

16 00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO Y ESTRUCTURA DEL HABITAT EN LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE AVES INSECTIVORAS EN UNA SELVA BAJA EN ESTIPAC, JALISCO.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA AMBIENTAL) PRESENTA BIOL. HECTOR MOYA MORENO

DIRECTOR DE TESIS: DR. ADO. MAVARRO SIGÜENZA

MEXICO, D. F.



ABRIL 2002

COORDINACIÓN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS COORDINACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 11 de marzo de 2002, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del alumno(a) Moya Moreno Héctor, con número de cuenta 99809937, y número de expediente 3991119, con la tesis titulada: "Disponibilidad de alimento y estructura del habitat en la distribución y abundancia de aves insectívoras en una selva baja en Estipac, Jalisco.", bajo la dirección de la Dr. Adolfo Navarro Navarro Sigüenza.

Presidente:	Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza
Vocal:	Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Secretario:	Dr. Pablo Corcuera Martínez del Río
Vocal:	Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Suplente:	M. en C. Enriqueta Guillermina Ortega León
Suplente:	M. en C. Kathleen Ann Babb Stanley

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 9 de abril de 2002

Dra. Tila María Pérez Ortiz
Coordinadora del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

El presente trabajo de tesis fue apoyado por el
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
a través de la beca 130047.

Miembros del comité tutorial:

Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza (Tutor principal)

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga

Dr. Luis E. Eguiarte Fruns

M. en C. Enriqueta Guillermina Ortega León

*A mi abuela y madre Eloina Anica
Por haber dedicado tantos años de su vida a mi crianza y educación,
Por enseñarme que luchando se alcanzan las metas,
Por ser un excelente ser humano.*

*A mi abuelo Manuel Moya González (†)
Por haberme enseñado con extrema paciencia muchas cosas útiles en la vida.
¡Descansa en paz!*

*A mi padre Dr. Héctor Moya Anica
Por apoyarme en mis decisiones y proyectos de vida,
Por brindarme su amistad y su cariño.*

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Pablo Corcuera por su incondicional apoyo para la realización de este trabajo, por darme todas las facilidades para la realización del trabajo de campo, pero sobre todo, por sus valiosas enseñanzas en el campo de la ecología y de la estadística, por estimular mi interés en el estudio de las comunidades de aves, y por haber confiado en mi desde un principio.

Al Dr. Adolfo Navarro por haber aceptado ser el director de esta tesis, por sus comentarios, sugerencias y consejos, por brindarme su ayuda y la oportunidad de conocer el trabajo en el campo de la ornitología.

Un agradecimiento especial al Sr. Arturo Jiménez "El Texano", quien con su vasto conocimiento del campo, me ayudó en el reconocimiento de las plantas y de las aves de Estipac. Sin su ayuda este trabajo no hubiera sido posible.

A la Dra. Ma. Del Coro Arizmendi y la M. en C. Guillermina Ortega León, miembros del comité tutorial, por su paciencia para conmigo, por sus comentarios y sugerencias respecto a esta tesis.

También agradezco al Dr. Paul M. Ramsay (Plymouth University, Inglaterra) por sus comentarios acerca de este trabajo y por su ayuda en el análisis estadístico de datos. Al Dr. David P. Hodson (Royal Society of Birds Conservation, Inglaterra) por haber despertado en mí el interés por el estudio de las aves. A mi amigo de siempre Biol. Arturo Casasola González por tener la paciencia de escuchar cada vez la historia de mi tesis. A mi amigo Biol. Iván Espinosa por compartir los mismos anhelos y sueños. Al profesor Biol. Salvador Gaona (UAM-I) por prestarme sus redes de niebla. Al buen Héctor Lara "El Matus" por su invaluable ayuda en la captura de datos. A mi novia Sofía Carrillo por apoyarme en los momentos más críticos de mi vida y por comprender que hay un momento en la vida de un ser humano en que la tesis es lo más importante. A los caballos "galleta" e "indio" de la Hacienda Corcuera, por no tirarme durante mis travesías por el campo. Y a todos aquellos que de alguna manera tuvieron que ver en la realización de esta tesis.

CONTENIDO

Agradecimientos	i
Índice de cuadros y figuras	iii
Resumen	v
I. INTRODUCCIÓN	1
Descripción del área de estudio	4
II. MÉTODOS	9
Conteos de aves	9
Índices de preferencia vegetal	11
Análisis de contenido estomacal	11
Estructura del hábitat	13
Fenología vegetal	14
Distribución y abundancia de artrópodos	15
Análisis de datos	17
III. RESULTADOS	19
1. Estructura del Hábitat	19
1.1 Composición de especies	19
1.2 Cobertura vegetal	20
1.3 Densidad vegetal	24
1.4 Riqueza y diversidad de especies	26
1.5 Estratificación vegetal	28
1.6 Fenología	30
2. Distribución y Abundancia de Artrópodos	33
2.1 Colección de referencia	33
2.2 Densidad de artrópodos	34
2.3 Biomasa de artrópodos	40
2.4 Riqueza de artrópodos	44
2.5 Densidad, biomasa y estructura del hábitat	44
3. Estructura de las Comunidades de Aves	47
3.1 Composición y ocurrencia de especies	47
3.2 Densidad de aves	49
3.3 Riqueza y diversidad de especies	52
4. Relaciones Ecológicas de las Aves	55
4.1 Densidad de aves y estructura del hábitat	55
4.2 Análisis de distribución de aves	58
4.3 Índices de preferencia vegetal	62
4.4 Análisis de contenido estomacal	66
4.4 Análisis de resultados	67
IV. DISCUSIÓN	73
V. CONCLUSIONES	83
VI. LITERATURA CITADA	81

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Criterios para estimación del estado fenológico de la vegetación	18
Cuadro 2	Principales características estructurales de la vegetación por parcela	27
Cuadro 3.	Fenología foliar, floral y frutal de las principales especies vegetales	31
Cuadro 4.	Composición de morfoespecies de la colección de referencia	34
Cuadro 5.	Densidad, biomasa y riqueza de morfoespecies de artrópodos por especie vegetal	39
Cuadro 6.	Relación de la densidad y biomasa de artrópodos con los principales indicadores de la estructura del hábitat	45
Cuadro 7.	Densidad, diversidad y riqueza de aves por parcela	53
Cuadro 8.	Relaciones entre los principales indicadores de la estructura del hábitat y la densidad de aves	57
Cuadro 9.	a. Preferencia vegetal de las aves en primavera	64
	b. Preferencia vegetal de las aves en otoño	65
Cuadro 10.	Análisis de contenido estomacal de aves	68
Anexo 1.	Lista de de aves presentes en los sitios de muestreo en Estipac, Jalisco.	89
Anexo 2.	Lista de de aves presentes en los sitios de muestreo en Estipac, Jalisco.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación de la zona de estudio	5
Figura 2.	Distribución anual de temperatura y precipitación de la Estación Climatológica "Presa Hurtado"	7
Figura 3.	Cobertura por especie vegetal	21
Figuras 4a y 4b.	Porcentaje de cobertura por formas de crecimiento	23
Figura 5.	Densidad por especie vegetal	25
Figuras 6a y 6b	Perfil de estratificación de la vegetación	29
Figuras 7a y 7b	Densidad de artrópodos por especie vegetal	37
Figuras 8a y 8b.	Abundancia total de artrópodos por orden	37

Contenido

Figuras 9a y 9b.	Densidad de artrópodos por parcela en primavera	38
Figuras 9c y 9d.	Densidad de artrópodos por parcela en otoño	38
Figuras 10a y 10b.	Biomasa de artrópodos por especie vegetal	42
Figuras 11a y 11b.	Biomasa de artrópodos por orden	42
Figura 12a y 12b.	Biomasa de artrópodos por parcela en primavera	43
Figura 12c y 12d.	Biomasa de artrópodos por parcela en otoño	43
Figuras 13a y 13b.	Densidad de aves por gremio	51
Figuras 14a y 14b.	Diagramas de ordenación del análisis de correspondencia canónica (Primavera)	60
Figuras 15a y 15b.	Diagramas de ordenación del análisis de correspondencia canónica (Otoño)	61

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo investigar los cambios estacionales en la estructura de la comunidad de aves insectívoras y su relación con la estructura del hábitat, la composición vegetal, la distribución y la abundancia del alimento potencial, en dos comunidades de selva baja caducifolia en el poblado de Estipac, Jal.

Para determinar las características de la vegetación y la estructura del hábitat se estimaron, la composición de especies, la cobertura, la densidad, la estratificación y la fenología vegetal. La disponibilidad del alimento potencial se estimó cuantificando la densidad y la biomasa de artrópodos de las especies vegetales más abundantes y características del hábitat. La distribución y la abundancia de las aves se determinaron a partir de conteos mediante el uso de parcelas de diámetro fijo. Todos los muestreos se realizaron durante la primavera y el otoño de 1999 en las localidades de el "Caracol" y el "Charco verde", municipio de Villa Corona.

Los análisis demostraron que la estructura de las comunidades de aves de la selva baja caducifolia de Estipac, Jalisco, no estuvo asociada con las características estructurales de la vegetación, por lo menos a la escala de resolución de este trabajo, siendo las diferencias en la composición vegetal y en las proporciones de las especies vegetales suficientes para que la distribución y la abundancia de aves variaran dentro y entre sitios.

Los cambios estacionales en la fenología vegetal fueron determinantes en la disponibilidad de alimento y en la estructuración de los gremios alimenticios de aves. Como resultado de esto, la variación temporal y espacial de la disponibilidad del alimento fue el factor más importante y que influyó directamente en la distribución y abundancia de las aves de Estipac, Jalisco.

Las aves migratorias invernales como *Dendroica coronata* y *Vermivora ruficapilla* fueron especialistas tanto en la selección de los sitios de forrajeo como en la selección de artrópodos. Mientras que las aves locales utilizaron un mayor número de plantas para el forrajeo y se alimentaron de una gama más amplia de artrópodos.

I. INTRODUCCIÓN

Está demostrado que la distribución y la abundancia de las aves son el resultado de la acción tanto de factores históricos como de factores ecológicos que operan en el tiempo y el espacio (Vuilleumier y Simberloff, 1980; Hutto, 1985).

Entre los diversos factores ecológicos que determinan la distribución y la abundancia de las aves, en los planos temporal y espacial, la estructura del hábitat (usualmente medida a través de estimados de la estructura vegetal) y la disponibilidad de alimento, definida, desde el punto de vista de la ornitología, como la abundancia de presas potenciales dentro del microhábitat utilizado por un ave (Wolda, 1990), parecen ser los más importantes.

Los aspectos de la vegetación que explican la distribución y la abundancia de las especies de aves varían de acuerdo con la escala espacial utilizada en el estudio (Wiens y Rotenberry, 1981). A escala regional, la fisonomía vegetal puede servir como una clave evolutiva en la distribución de las aves (Hutto, 1990). A escala local, sin embargo, se han asociado muchas variables vegetales a los patrones de distribución y

abundancia de las aves y se ha demostrado que a esta escala la composición vegetal es más importante que la estructura del hábitat (Rotenberry, 1985; Bersier y Meyer, 1994; López y Moro, 1997; Corcuera y Butterfield, 1999).

La vegetación puede proveer alimento a las aves, ya sea directa o indirectamente (Holmes y Robinson, 1981; Robinson y Holmes, 1984), además de proveer de sitios de anidación (Tomoff, 1974) y refugios contra depredadores (Pulliam y Mills, 1977). También, se ha demostrado que la estructura de la vegetación juega un papel muy importante en la riqueza y la diversidad de las comunidades de aves (MacArthur y MacArthur, 1961, Wilson, 1974; James y Warmer, 1982, Nosedal, 1984, Hutto, 1985a, Morrison, *et al.*, 1986; López y Moro, 1997; Cueto y López de Casenave, 1999), en la distribución y la abundancia (Rotenberry y Wiens, 1980, Wiens y Rotenberry, 1981, Nosedal, 1984; Corcuera y Butterfield, 1999), y en las tácticas de forrajeo (Robinson y Holmes, 1982 y 1984).

Como ya se ha mencionado, el alimento es otro factor que contribuye a que las aves seleccionen un sitio dentro del cual llevar a cabo sus actividades biológicas. Sin embargo, a nivel de comunidad la importancia de ciertas especies vegetales como sistemas proveedores de alimento continúa siendo una incógnita (Hutto, 1985a).

Según Wiens (1989), el alimento puede ser un factor limitante que puede afectar a la estructura de las comunidades de aves. Grant (1986), por su parte, señala que periódicamente las poblaciones, gremios o comunidades están en un equilibrio determinado por la limitación de recursos, lo cual implica una relación estrecha entre el número o biomasa de consumidores y el número o biomasa de recursos potencialmente disponibles.

Hutto (1985b) describió que las variaciones en la abundancia de aves migratorias respondían de manera directa a los cambios estacionales de los recursos alimenticios. Autores como Poulin *et al.* (1993) han demostrado que el papel que juegan las variaciones estacionales en la disponibilidad de alimento es determinante en la distribución temporal y espacial de las aves, así como en su abundancia. También han demostrado que la disponibilidad de alimento es un factor crucial que determina las actividades reproductivas en las aves.

Los cambios en la estructura de la vegetación y en la disponibilidad de los recursos alimenticios de una estación a otra deben considerarse para entender las causas de los patrones de distribución de las aves en las comunidades naturales, ya que estos cambios son parte de la dinámica natural de dichas comunidades (Rotenberry y Wiens, 1980; Poulin *et al.*, 1993; López y Moro, 1997). Aunque se sabe que las fluctuaciones estacionales en la precipitación y la temperatura modifican el ambiente físico y cambian la disponibilidad de recursos tanto para plantas como para animales, los datos acerca de los patrones estacionales en las proporciones de plantas y animales en los bosques tropicales, como las selvas bajas caducifolias, son escasos (Boinski y Fowler, 1989).

Las selvas bajas caducifolias son hábitats dominados por especies arbóreas y arbustivas que pierden sus hojas durante una época del año, reconociéndose solamente dos estaciones bien definidas en las cuales surgen cambios fenológicos muy importantes, la estación lluviosa y la estación la seca (Rzedowzki, 1978)

Con excepción de los trabajos realizados en la Estación Biológica de Chamela, en el estado de Jalisco (Arizmendi, 1987; Arizmendi y Ornelas, 1990; Arizmendi *et al.*, 1990, Berlanga, 1991) los estudios ecológicos de las aves de la región del Pacífico mexicano, particularmente los de las selvas bajas caducifolias, hasta la fecha siguen siendo escasos, aún cuando se trata de hábitats de gran importancia ecológica y económica (Arizmendi *et al.*, 1990) que ocupan alrededor del 60% de todas las comunidades tropicales del país, que poseen un alto grado de endemismo (Trejo, 1996) y que se encuentran en un grave peligro de desaparecer debido a las altas tasas de deforestación (Trejo y Dirzo, 1999).

Dentro de la región de Estipac, en el estado de Jalisco, solo se han registrado los trabajos de Corcuera (1996), Corcuera y Butterfield (1999). Actualmente se están realizando algunos proyectos de ecología de comunidades de aves por parte de estudiantes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, como parte de su tesis de licenciatura y cuyos resultados aún no han sido publicados.

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo de este trabajo es investigar los cambios estacionales (primavera y otoño) en la estructura de la comunidad de aves insectívoras y su relación con la estructura del hábitat, la composición vegetal, la distribución y la abundancia del alimento potencial, en dos comunidades de selva baja en Estipac, Jalisco, México.

Objetivos particulares:

- a) Evaluar la composición de especies vegetales en cada una de las parcelas de observación.
- b) Evaluar la estructura del hábitat a partir de la cobertura del follaje, la densidad vegetal, la estratificación de las plantas más conspicuas y abundantes en cada una de las parcelas de observación.
- c) Determinar el estado fenológico de la vegetación en cada uno de los sitios de trabajo en la primavera y en el otoño.
- d) Determinar la densidad y la biomasa de artrópodos en las especies vegetales más ubicuas y abundantes en cada uno de los sitios de trabajo en la primavera y en el otoño.
- e) Determinar las densidades de aves en las parcelas de observación en cada uno de los sitios de trabajo en la primavera y en el otoño.
- f) Evaluar la preferencia vegetal de las aves a partir de observaciones de forrajeo.
- g) Analizar el contenido estomacal de aves insectívoras en primavera y otoño.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra situada en la región de Estipac, Municipio de Villa Corona, en el centro del Estado de Jalisco. Ubicado a una altitud que varía desde los 1335 a los 1995 m snm, el municipio tiene una extensión de 179.37 km², limita al norte con los municipios de San Martín Hidalgo y Tala; al sur, Atemajac de Brizuela y Zacoalco de Torres; al este, Tala, Acatlán de Juárez y Zacoalco de Torres; y al oeste con Cocula (Fig. 1).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

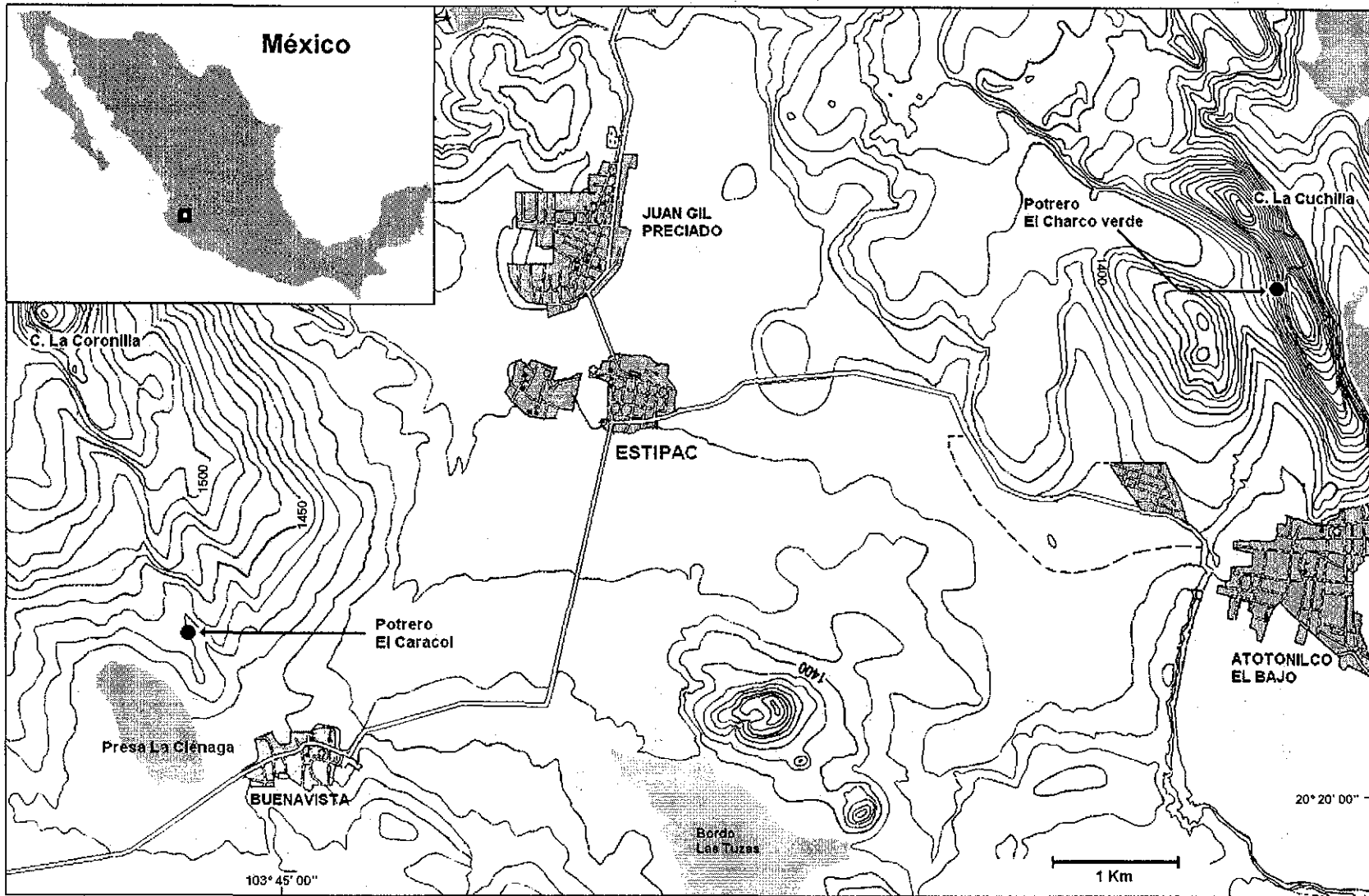


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio (tomado de INEGI, 1997).

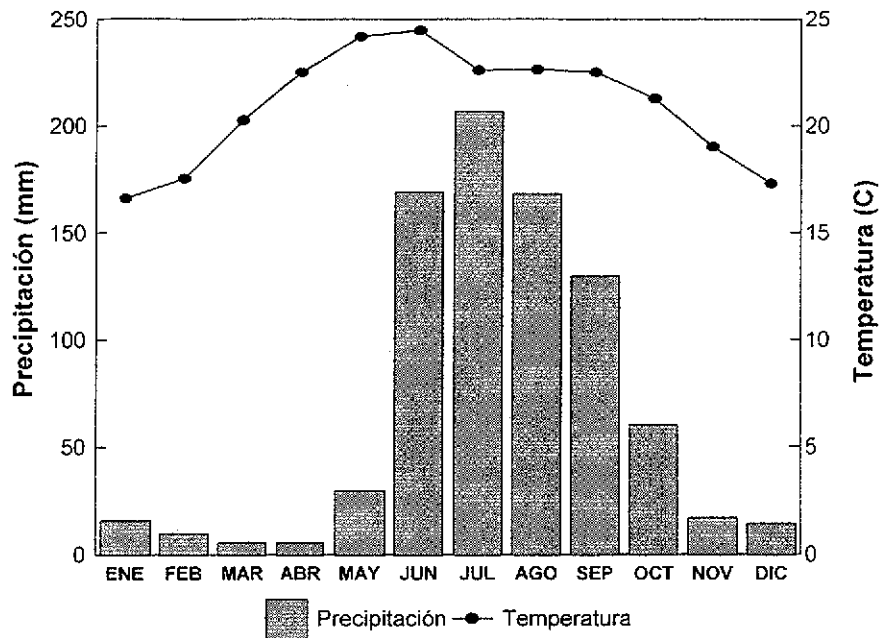


Figura 2. Distribución anual de temperatura y precipitación de la estación climatológica "Presa Hurtado"

Para el presente estudio fueron seleccionadas dos comunidades de selva baja caducifolia. La primera localidad, denominada el "Caracol", se localiza alrededor de las coordenadas $20^{\circ} 22' 16.2''$ N y los $103^{\circ} 40' 30.8''$ W. Ubicado en la ladera SE (azimut 303°) del cerro "La Coronilla", junto a la presa "La Ciénaga" y a 1 km del poblado de Buenavista. La altitud media es de 1430 m. La segunda localidad, el "Charco verde", se localiza alrededor de los $20^{\circ} 20' 42.1''$ N y los $103^{\circ} 45' 25.7''$ W sobre la ladera SW (azimut 210°) del cerro "La Cuchilla", con una altitud media de 1480 m. Esta localidad se encuentra a una distancia de 2.2 km del poblado de Atonilco el Bajo (Fig. 1). Existe una distancia aproximada de 9.5 km, en línea recta, entre ambas localidades.

Aunque la composición de especies vegetales se observa muy similar entre ambos sitios de trabajo, se pueden notar ciertas diferencias en la densidad, en la cobertura y la estratificación vegetal. Estas diferencias pueden deberse a fenómenos físicos dependientes de la orientación de las laderas y/o al impacto causado por actividades humanas como la obtención de leña y ganadería.

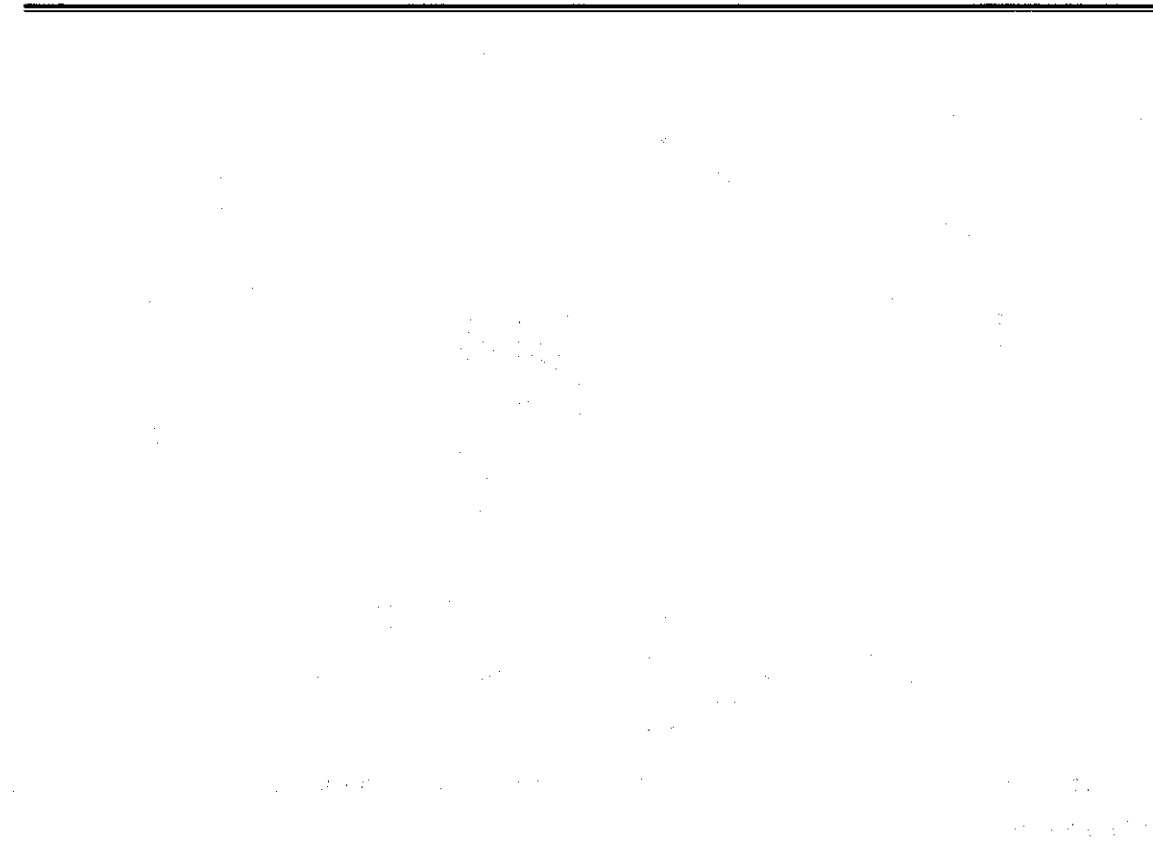


Figure 1: A hand-drawn diagram of a human eye, showing the cornea, iris, pupil, lens, vitreous body, retina, and optic nerve.

The diagram illustrates the basic anatomy of the human eye. The cornea is the outermost layer, followed by the iris and pupil. The lens is located behind the pupil and is responsible for focusing light onto the retina. The vitreous body is the clear, gel-like substance that fills the eye. The retina is the light-sensitive layer at the back of the eye, and the optic nerve carries visual information from the retina to the brain.

The diagram is a simple line drawing with some shading to indicate depth. The labels are placed around the diagram to identify the various parts of the eye. The overall appearance is that of a student's hand-drawn diagram for a biology or anatomy class.

II. MÉTODOS

Tomando en cuenta que las variaciones físicas y biológicas en las selvas bajas entre la época seca y la lluviosa son muy importantes (Rzedowski, 1978), se realizaron dos visitas a los sitios de trabajo para la obtención de información biológica. El primer muestreo se llevó a cabo en la primavera durante el mes de mayo de 1999 y el segundo muestreo al final de la época lluviosa, en el otoño, durante el mes de octubre del mismo año. Cada visita tuvo una duración de 25 días aproximadamente.

Conteos de aves

Existen diferentes métodos de conteo de aves como el uso de transectos (Emlen, 1971), el uso de parcelas circulares de radio variable (Reynolds *et al.*, 1980) o de radio fijo (Hutto *et al.*, 1986), entre otros. Cada uno de ellos es aplicable según las características fisonómicas y estructurales del hábitat. En general, los métodos de conteo resultan en una estimación de la densidad de aves (medida relativa del número de aves por unidad de área).

El uso de parcelas circulares para la estimación de las densidades de aves es recomendado para aquellos terrenos de relieve accidentado y de poca accesibilidad (Hutto *et al.*, 1986). Sin embargo, los conteos por medio de parcelas de radio variable (DeSante, 1981) no pueden ser convertidos en valores de densidad absoluta y no son estadísticamente comparables. Por el contrario, los conteos por medio de parcelas de radio fijo pueden ser convertidos en términos de densidad (Hutto *et al.*, 1986).

Debido a que las características del terreno y el grado de inaccesibilidad de los dos sitios de trabajo no permiten el uso de transectos, se seleccionó la técnica del uso de parcelas circulares de radio fijo. A lo largo de cada localidad se establecieron 10 parcelas de observación, cada una de ellas tuvo un radio de 25 metros y un área de 1963.5m². Las parcelas se distribuyeron en cada sitio a una distancia mínima de 200 metros entre sí, misma que permite que las parcelas sean estadísticamente independientes como lo sugieren Hutto y colaboradores (1986)

Todos los conteos se realizaron durante las primeras horas de la mañana para evitar sesgos debidos a los cambios en la actividad de las aves. La duración de los conteos dentro de cada parcela fue de 10 minutos, lo cual representa un tiempo adecuado que es lo suficientemente corto para que la probabilidad de contar a la misma ave sea minimizada y lo suficientemente largo para evitar subestimar la densidad de aves (Reynolds *et al.*, 1980). Cada muestreo estacional fue conformado por diez conteos consecutivos dentro de cada parcela de observación en cada una de las localidades, lo que implicó un esfuerzo de 100 conteos totales por sitio en cada una de las estaciones.

Durante los conteos de aves se registraron: el nombre de las especies de aves (de acuerdo con AOU, 2002) presentes dentro y fuera de un radio de 25 m y el número de individuos presentes. Todas las aves registradas fueron agrupadas en diez gremios alimenticios, con base en la literatura (Holmes y Robinson, 1981, Arizmendi *et al.*, 1990; Corcuera, 1996) y en observaciones personales: carnívoro-insectívoros, frugívoros, frugívoro-insectívoros, insectívoros al vuelo, insectívoros de corteza, nectarívoros, granívoros, omnívoros, granívoro-insectívoros e insectívoros de follaje.

Las aves registradas durante los conteos diarios en cada uno de los sitios durante las dos épocas de muestreo fueron agrupadas dentro de tres categorías de acuerdo con su porcentaje de ocurrencia a lo largo de cada época. Las especies registradas en hasta un 33 % de los conteos estacionales se consideraron raras (R), aquellas que ocurrieron entre el 33 y el 66 % de los conteos se consideraron como poco comunes (Pc) y las que ocurrieron más de un 66 % se consideraron comunes (C).

Índices de preferencia vegetal

Las preferencias de forrajeo o índices de preferencia vegetal (IPV) de 15 especies de aves en primavera y de 12 especies en otoño se evaluaron con pruebas de bondad de ajuste (χ^2). Estos índices se estimaron a partir de observaciones de forrajeo las cuales se realizaron durante los censos y en recorridos matutinos a lo largo del hábitat. Cuando un ave se encontraba forrajeando se seguía mientras estuviera al alcance de la vista, registrando el nombre de las plantas utilizadas por las aves en la búsqueda de alimento, altura de forrajeo, substrato en el que se buscó el alimento, y maniobras de forrajeo que se utilizaron según los criterios de Robinson y Holmes (1982). Cada vez que un ave cambió de planta se registró como una nueva observación.

El IPV depende tanto del número de veces en que las aves de cada especie utilizan a una planta para obtener alimento como de la abundancia de cada una de dichas especies vegetales en la zona (Holmes y Robinson, 1981). La hipótesis nula consistió en que cada especie vegetal era seleccionada de acuerdo con su abundancia. Para cada especie de ave, los valores esperados se obtuvieron estimando el número de individuos que deberían de haber visitado cada especie vegetal si la utilizaran de acuerdo con su densidad proporcional.

Todas aquellas aves o gremios de aves que tuvieron un número menor a ocho observaciones de forrajeo fueron descartados del análisis.

Análisis de contenido estomacal

Para evaluar el tipo de alimento consumido por las aves insectívoras capturadas con redes de niebla o por escopeta, a lo largo del presente estudio, se analizaron sus contenidos estomacales.

Para la captura de las aves se utilizaron 3 redes de niebla de 6 m de longitud, las cuales fueron colocadas en puntos estratégicos del hábitat. Las aves insectívoras capturadas fueron identificadas y forzadas a regurgitar, las demás aves solo fueron identificadas y liberadas. Dado que la captura fue muy baja algunas aves fueron recolectadas con escopeta.

Existen diferentes métodos para la obtención de los contenidos estomacales de las aves, algunos se basan en matar a los individuos para extraer el estómago, otros utilizan irrigadores estomacales que consisten en la introducción oral de una cánula con dos tubos conectados un inyector de aire y un eyector del alimento (Dahlgren, 1982).

El método utilizado para el presente estudio consistió en la administración de una sustancia causante del vómito conocida como tártaro emético o tartrato de antimonio-potasio en una solución al 1.5 % (Poulin y Lefebvre, 1995). El emético se administró por medio de una cánula plástica la cual se introdujo cuidadosamente por la cavidad oral hasta alcanzar el buche de las aves. Este método es uno de los más eficientes para la obtención de contenidos estomacales, minimizando el daño causado a las aves sometidas a este tratamiento (Poulin *et al.*, 1984).

Una vez administrado el emético, las aves fueron colocadas dentro de recipientes oscuros de plástico en donde se depositaron las regurgitaciones. Ya obtenidas las regurgitaciones, las aves fueron cambiadas a sacos de manta en donde permanecieron 10 minutos y fueron liberadas.

A las aves capturadas con escopeta se les extrajo la molleja para obtener el contenido estomacal.

II. Métodos

Las muestras de contenido estomacal se preservaron en frascos de vidrio con una solución de alcohol etílico al 70% y cada una fue revisada cuidadosamente bajo el microscopio estereoscópico para la identificación de los artrópodos consumidos (sólo al nivel de orden) o de componentes de origen vegetal, así como la estimación cualitativa de la cantidad de individuos.

Las presas agruparon en dos categorías: a) fragmentos reconocidos de al menos un individuo y b) fragmentos reconocidos de más de un individuo. Los criterios utilizados se basan en la presencia de partes corporales como lo sugiere Puebla (2001). En el caso de que la presa no se encontrara completa se registró como un individuo completo cuando se encontró una cabeza o un cefalotórax, o cuando se encontraron pares del mismo tamaño de estructuras de la cabeza o de alas, élitros o hemiélitros. Mismas estructuras de diferentes tamaños se registraron como dos individuos.

Estructura del hábitat

Para cada una de las parcelas, se estimaron la composición de especies de plantas, la cobertura del follaje, la densidad vegetal, la estratificación, y el estado fenológico de las plantas más conspicuas y abundantes. El conjunto de estos estimados de la estructura vegetal fue considerado como la estructura del hábitat.

Para estas mediciones, se utilizó una varilla marcada cada centímetro como instrumento de medición con 2 m de longitud y 4 mm de diámetro, para la vegetación con altura mayor a los 2 m se utilizó un prisma o cuadrante óptico marcado con dos líneas perpendiculares (adaptado de Montaña y Ezcurra, 1980).

La composición se estimó colocando la varilla en una posición perpendicular al suelo o mediante el uso del cuadrante óptico. Se registró el nombre de las especies de plantas que tocaron la varilla o que se encontraron dentro de la intersección de las líneas del prisma. Este proceso se repitió cada 1.5 metros, obteniéndose así 10 medidas a lo largo de cuatro transectos orientados siempre hacia los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste).

Todas las especies vegetales registradas fueron agrupadas dentro alguna de las seis categorías de formas de crecimiento reconocidas en el área de estudio de acuerdo con Wittaker (1975) y Corcuera (1996): árbol deciduo de hojas anchas (ADHA), arbusto deciduo de hojas anchas (aDHA), árbol deciduo de hojas pequeñas (ADHP), arbusto deciduo de hojas pequeñas (aDHP), árbol perenne de hojas pequeñas (APHP), y planta suculenta (SUC).

Para la medición de la cobertura y de la densidad vegetal se registraron además del número de plantas que tocaron la varilla y el número de veces que una misma planta tocó la varilla o se localizó en la intersección de las líneas del prisma, respectivamente. Al número total de ramas que tocaron la varilla o que se observaron en la intersección de los ejes del cuadrante óptico se le denominó cobertura, mientras que al número de plantas que tocaron la varilla o que se observaron en la intersección de los ejes del cuadrante óptico en cada una de las parcelas se le denominó densidad.

La estratificación fue determinada utilizando el mismo procedimiento anterior, solo que esta vez se anotó la altura en la que cada la planta tocó la varilla o se localizó en la intersección de las líneas del prisma. La vegetación se clasificó dentro de 13 diferentes categorías de altura o estratos, cada una con 0.5m de distancia. Con esta información se determinó la diversidad de estratos foliares (DEF) para cada parcela usando el mismo método que MacArthur y MacArthur (1961) en el que se utiliza el índice de diversidad de Shannon-Wiener

$$DEF = -\sum p_i \log p_i$$

Donde p_i es la proporción del follaje total que se ubica en el i ésimo estrato

Fenología vegetal

El estado fenológico de la vegetación se determinó cualitativamente mediante la observación directa de la vegetación durante cada muestreo, estimando el porcentaje de hojas presentes en cada especie vegetal, así como el porcentaje de ramas con flores y frutos (Borchert, 1994).

II. Métodos.

Las hojas, flores y frutos se clasificaron dentro de alguna categoría de acuerdo con su estado de desarrollo, como se muestra en el cuadro 1. En este caso la abundancia representa una estimación del porcentaje de hojas flores o frutos en cada uno de sus estados fenológicos sobre la copa de las plantas.

Cuadro 1. Criterios para estimación del estado fenológico de la vegetación. Las categorías fueron modificadas de Borchert (1994) como lo sugiere Meave (com. pers.) .

ABUNDANCIA	FLORES
0 Ninguno	a Botones
1 Pocos (<40%)	b Flores juvenes
2 Muchos (40-80%)	c Flores abiertas
3 Abundantes (>80%)	d Flores marchitas
HOJAS	FRUTOS
a Maduras y verdes	a Pequeños (en formación)
b Maduras y amarillas-pardas	b Medianos (70 a 80%)
c Nuevas emergiendo	c Tamaño total (verdes)
d Nuevas expandidas	d Tamaño total maduros o secos

		HOJAS				FLORES				FRUTOS			
No Planta: _____		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Especie: _____													
Coertura % _____													

Distribución y abundancia de artrópodos

Existen varias técnicas para el muestreo de artrópodos en un hábitat (Cooper y Whitmore, 1990, Dahlsten *et al.*, 1990). Muchas de estas técnicas han sido utilizadas en estudios ornitológicos en los que se pretende estimar el tipo, la distribución y/o la densidad de los artrópodos que sirven de alimento a las aves.

Las estimaciones de la abundancia de artrópodos pueden ser relativas o absolutas; las medidas relativas proporcionan solamente índices de abundancia, tales como el número de artrópodos capturados por unidad de tiempo, y son de poca utilidad en estudios de disponibilidad (Southwood *et al.*, 1982; Boinski, 1989); las medidas absolutas permiten estimaciones de la densidad de artrópodos que pueden ser utilizadas para comparaciones interespecíficas y comparaciones entre diferentes hábitats o estaciones (Cooper y Whitmore, 1990). Con las medidas absolutas se puede

II. Métodos.

cuantificar la densidad, definida como el número de artrópodos por unidad de área foliar, volumen o peso (Majer *et al.*, 1990).

La evaluación de la disponibilidad de artrópodos, como alimento potencial para las aves, se realizó a través de muestreos en cada uno de los sitios durante los meses de mayo y octubre de 1999. Estos consistieron en la captura de artrópodos del follaje de las especies con mayor abundancia en la zona: cabrilla (*Randia sp.*), copal blanco (*Bursera sp.*), copal amarillo (*Bursera sp.*), guácima (*Guazuma ulmifolia*), huizache extranjero (*Acacia macilenta*), huizache (*Acacia tortuosa*), mezquite (*Prosopis laevigata*), Nanche (*Byrsonima sp.*), osote (*Ipomoea wolcottiana*), Tasi (*Heliocarpus appendiculatus*), Tepemezquite (*Lysiloma divaricata*), y la uña de gato (*Mimosa galeottii*). Cada muestra se obtuvo introduciendo ramas de tamaño regular (30 cm) dentro de bolsas plásticas y cortándolas; a cada muestra se le roció insecticida en aerosol. Esta técnica ha demostrado ser adecuada para estimar las densidades absolutas de artrópodos en el follaje (Majer *et al.*, 1990).

Para el conteo de artrópodos, tanto en el "Caracol" como en el "Charco verde", se obtuvieron 10 muestras al azar de cada una de las plantas arriba mencionadas. Los artrópodos capturados fueron preservados en frascos de plástico con una solución de alcohol etílico al 70%, registrándose el nombre de la planta de origen, el número de muestra, la fecha y la hora de colecta. Todos los muestreos se realizaron durante las primeras horas de la mañana para maximizar la eficiencia de la captura. Todos los artrópodos capturados fueron separados, contados, medidos y clasificados a nivel de orden y dentro de morfoespecies.

Existen diferencias en el tamaño, la forma y el peso de los diferentes artrópodos del follaje; estas diferencias traen como consecuencia un problema metodológico que no permite comparar la cantidad de alimento dentro del follaje con base exclusivamente en sus densidades. Por tal motivo, también se estimó la biomasa de los individuos capturados como indicador de la cantidad de alimento potencialmente disponible.

La biomasa de artrópodos por muestra se estimó a partir de la aplicación de la fórmula propuesta por Rogers *et al.* (1976), que requiere del valor de la longitud total del

II. Métodos.

cuerpo, desde la parte más distal de la región cefálica hasta la parte más distal del abdomen de cada individuo capturado:

La fórmula es: $W = 0.0305 \times L^{2.62}$

Donde: W es el peso seco o biomasa en miligramos y L es la longitud total del cuerpo en milímetros.

La densidad y la biomasa de artrópodos por parcela se estimaron a partir de los valores de densidad y la biomasa media de cada morfoespecie de artrópodos por rama de 30 cm de cada especie vegetal, multiplicadas por la densidad del follaje (cobertura) de dicha especie

Análisis de datos

Previo a las comparaciones, los valores de densidad de plantas, artrópodos y aves fueron sujetos a pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1996) y de homogeneidad de varianzas de Levene utilizando el programa Statistica®.

Se utilizaron pruebas de análisis de varianza (ANOVA) de una vía para todas las comparaciones dentro de sitios (entre parcelas) de la cobertura vegetal y de densidad de plantas, artrópodos y aves. También se realizaron análisis de varianza de dos vías para las comparaciones de la densidad de aves entre sitios y entre estaciones del año

Las pruebas de t-Student se utilizaron para comparaciones de dos variables entre sitios. Los índices de diversidad fueron comparados con pruebas de t con el método de Hutcheson (Magurran, 1983). Mientras que la riqueza, por tratarse de una variable discreta se analizó con pruebas de Mann-Whitney (Zar, 1986).

Como se mencionó con anterioridad, las preferencias vegetales de las aves se evaluaron a partir de pruebas de bondad de ajuste (χ^2). Se realizaron también análisis de correlación y regresión, análisis de componentes principales y análisis de correspondencia canónica (Ter Braak, 1988) para detectar relaciones entre especies y

diferentes factores ambientales. La significancia de los ejes se evaluó a con simulaciones de Monte Carlo (199 permutaciones) por medio de programa CANOCO®.

III. RESULTADOS

1. ESTRUCTURA DEL HÁBITAT

1.1 COMPOSICIÓN DE ESPECIES

En total se encontraron 23 especies vegetales dentro de las 20 parcelas que formaron parte de los muestreos de las localidades del "Caracol" y "Charco verde". La lista de las especies que componen a cada sitio se puede observar en el Anexo 1

De las 23 especies registradas 19 fueron compartidas por ambos sitios, número que representa al 82.61% de especies compartidas. De las especies restantes, dos fueron encontradas únicamente en el "Charco verde", la mora (*Celtis caudata*), y el pochote (*Ceiba acuminata*), las otras dos especies, el pitayo (*Stenocereus sp.*) y el tejocotillo (*n/i*), fueron encontradas solamente en el "Caracol".

1.2 COBERTURA VEGETAL

1.2.1 Cobertura por especie

Las especies vegetales más importantes por su cobertura total en el "Caracol" fueron el huizache (*Acacia tortuosa*, 35.5% de la cobertura total), el osote (*I. wolcottiana*, 10.0%), la uña de gato (*Mimosa galeottii*, 10.0%), la dominguilla (*Croton ciliatoglanduliferus*, 7.3%), el nanche (*Byrsonima sp.*, 6.3%), el mezquite (*Prosopis laevigata*, 6.3%), el tepemezquite (*Lysiloma divaricata*, 4.8%) y el copal amarillo (*Bursera sp.*, 3.0%) (Anexo 1, Fig. 3).

En el "Charco verde" las especies vegetales con mayor cobertura fueron el huizache (*A. tortuosa* 22.8% de la cobertura total), el tepemezquite (*L. divaricata*, 18.7%), el huizache extranjero (*Acacia macilenta*, 17.6%), el tasi (*Heliocarpus appendiculatus*, 8.0%), el osote (*I. wolcottiana*, 5.9%), la guácima (*Guazuma ulmifolia*, 5.7%) y la uña de gato (*Mimosa galeottii*, 4.8%) (Anexo 1, Fig. 3).

1.2.2 Cobertura por parcela

La cobertura vegetal total no fue diferente entre el "Caracol" y el "Charco verde" ($t_{18}=1.005$, $p=0.328$). Un análisis de varianza (ANOVA) con 21 especies vegetales en 10 parcelas, indicó que tampoco hubo diferencias significativas en la cobertura entre parcelas ni en el "Caracol" ($F_{9, 200}=0.103$, $p=0.99$) ni en el "Charco verde" ($F_{9, 200}=0.455$, $p=0.9$).

El Cuadro 2 muestra los valores de la cobertura vegetal correspondientes a cada parcela.

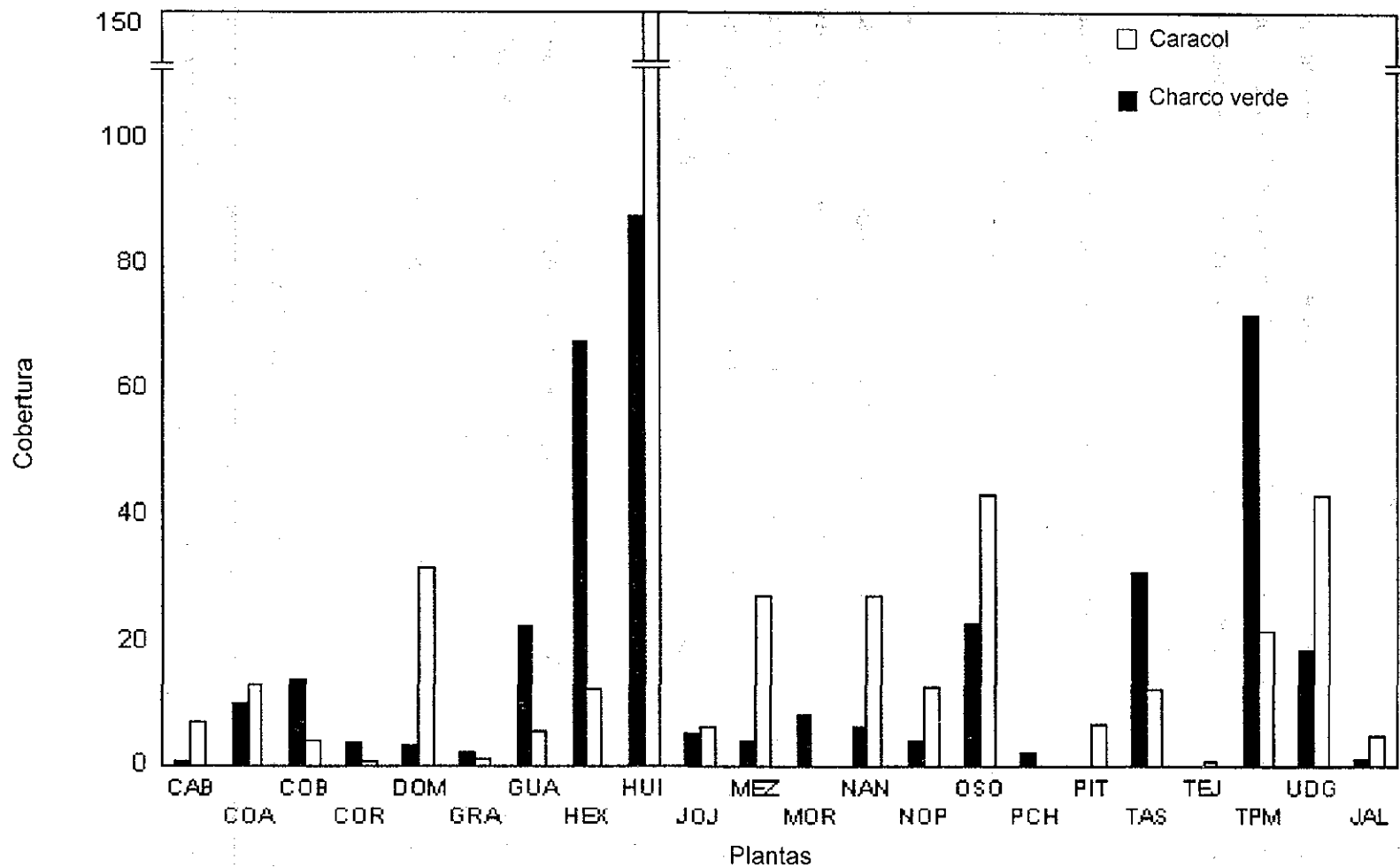


Figura 3. Cobertura por especie vegetal.

CAB= *Randia* sp., COA= *Bursera* sp1., COB= *Bursera* sp2., COR= *Bursera* sp3., DOM= *Croton ciliatoglanduliferus*, GRA= *Celtis palida*, GUA= *Guazuma ulmifolia*, HEX= *Acacia macilenta*, HUI= *Acacia tortuosa*, JAL= *Acanthocereus* sp., JOJ= *Apocynacea* sp., MEZ= *Prosopis laevigata*, NAN= *Byrsonima* sp., NOP= *Opuntia* sp., OSO= *Ipomoea wolcottiana*, PIT= *Stenocereus* sp., TAS= *Heliocarpus appendiculatus*, TEJ= n/i, TPM= *Lysiloma divaricata*, UDG= *Mimosa multiflora*.

1.2.3 Cobertura por formas de crecimiento

Todas las especies vegetales registradas fueron agrupadas en formas de crecimiento de acuerdo con la literatura (Wittaker, 1975; Corcuera, 1996). El Anexo 1 muestra las categorías de formas de crecimiento a la que pertenece cada una de las plantas registradas en ambas localidades.

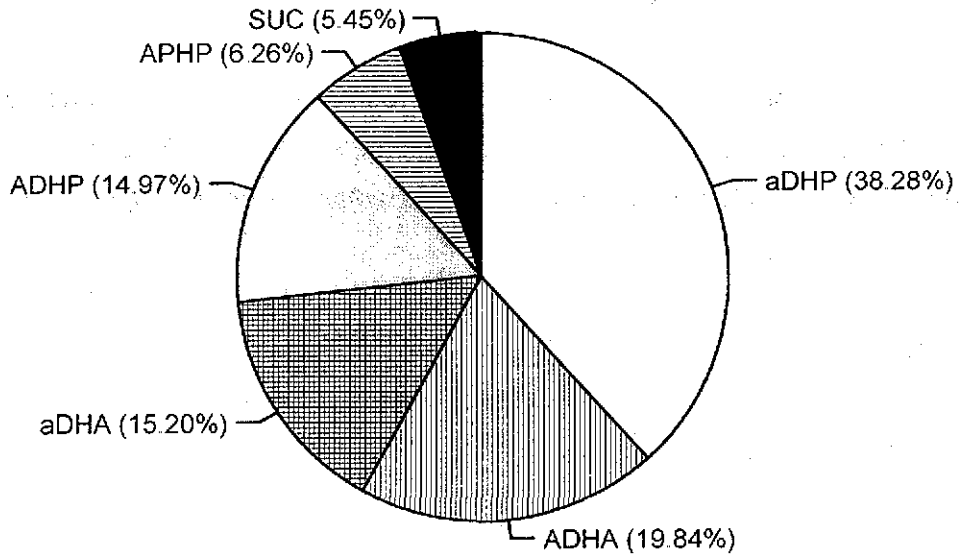
Las formas de crecimiento con mayor cobertura en ambos sitios de trabajo fueron los arbustos deciduos de hojas pequeñas y los árboles deciduos de hojas anchas (aDHP y ADHA, respectivamente), los cuales en conjunto abarcaron el 58% de la cobertura vegetal total en el "Caracol" y el 71.5% en el "Charco verde".

En el "Caracol", el tercer grupo más importante fue el de los arbustos deciduos de hojas anchas (aDHA) contribuyendo con el 15.2% de la cobertura total, seguido por los árboles deciduos de hojas pequeñas (ADHP) 14.97%. Las formas de crecimiento con menor cobertura dentro de este sitio fueron los árboles perennes de hojas pequeñas (APHP) y las plantas suculentas (SUC) con 6.26% y 5.45% de la cobertura total, respectivamente (Fig. 4a).

En el "Charco verde", los árboles deciduos de hojas pequeñas (ADHP) fueron el tercer grupo en importancia con una 23.63% de la cobertura total, les siguen los arbustos deciduos de hojas anchas (aDHA), las suculentas (SUC) y los árboles perennes de hojas pequeñas (APHP) que fueron las formas de crecimiento con menor cobertura y en conjunto representan el 4.83% de la cobertura total (Fig. 4b).

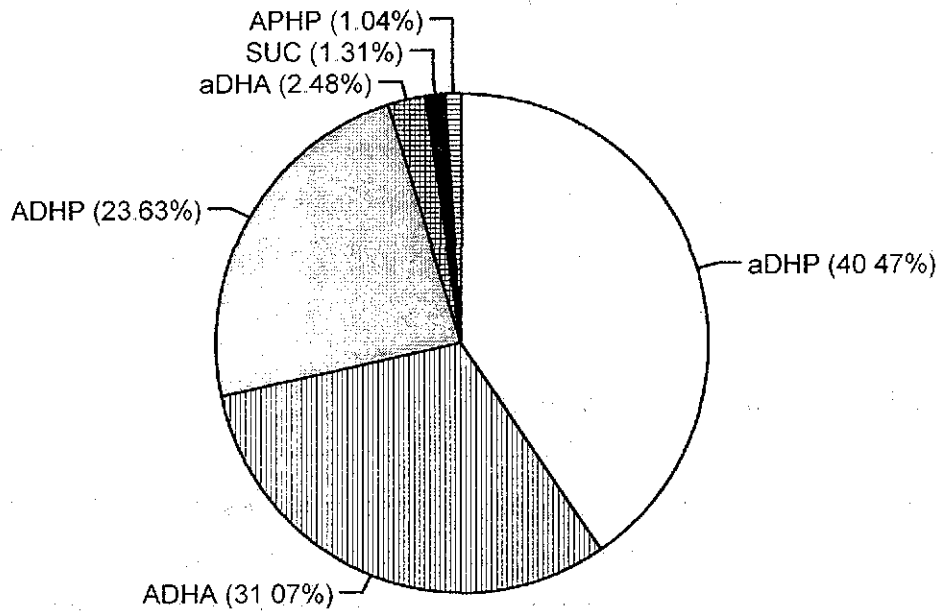
Como se mencionó anteriormente, no se detectaron diferencias significativas en la cobertura entre sitios. Sin embargo, a partir de pruebas de t-Student se detectaron diferencias significativas en la cobertura de arbustos deciduos de hojas anchas (aDHA), que fueron más abundantes en el "Caracol" ($t_{18}=3.8$, $p=0.0013$).

Caracol



4a.

Charco verde



4b.

Figuras 4a y 4b. Porcentaje de cobertura por formas de crecimiento.

aDHA= arbusto decido de hojas anchas, ADHA= árbol decido de hojas anchas, aDHP= arbusto decido de hojas pequeñas, ADHP= árbol decido de hojas pequeñas, APDP= árbol perenne de hojas pequeñas, SUC= planta suculenta.

1.3 DENSIDAD VEGETAL

1.3.1 Densidad vegetal por especie

En el "Caracol" las especies con mayor densidad fueron *A. tortuosa*, con una densidad de 10.3 individuos por parcela (ipp), *Croton ciliatoglanduliferus* (3.05 ipp), *Ipomoea wolcottiana* (2.5 ipp), *Mimosa galeottii* (2.5 ipp), *Byrsonima sp* (1.9 ipp), y *Prosopis laevigata* (1.3 ipp) (Fig. 5).

En el "Charco verde", *A. tortuosa* (2.75 ipp), *A.* (2.05 ipp), *L. divaricata* (1.55 ipp), *I. wolcottiana* (1.35 ipp) y *Heliocarpus appendiculatus* (0.95 ipp) fueron las especies que presentaron mayores densidades (Fig. 5).

1.3.2 Densidad vegetal por parcela

La densidad vegetal por parcela fue de 27.9 ± 5.78 ipp en el "Caracol", mientras que en el "Charco verde" alcanzó una densidad 14.1 ± 3.13 ipp (Cuadro 2); esta diferencia fue significativa ($t_{18}=6.3$, $p<0.001$).

Según el análisis de varianza (ANOVA) con 21 especies vegetales en 10 parcelas, no hay diferencias significativas en la densidad vegetal entre parcelas ni en el "Caracol" ($F_{9, 200}=0.215$, $p=0.99$) ni en el "Charco verde" ($F_{9, 200}=0.418$, $p=0.92$).

1.3.3 Densidad por formas de crecimiento

En el "Caracol" las formas de crecimiento predominantes fueron las arbustivas, representadas por los arbustos deciduos de hojas pequeñas con 10.9 ipp y los arbustos deciduos de hojas anchas (5.65 ipp). En tercer lugar se encontraron los árboles deciduos de hojas anchas con (14.45 ipp), seguidos por los árboles deciduos de hojas pequeñas con (3.65 ipp). Los dos grupos con menor densidad fueron las plantas suculentas y los árboles perennes de hojas pequeñas (1.95 y 1.3 ipp, respectivamente).

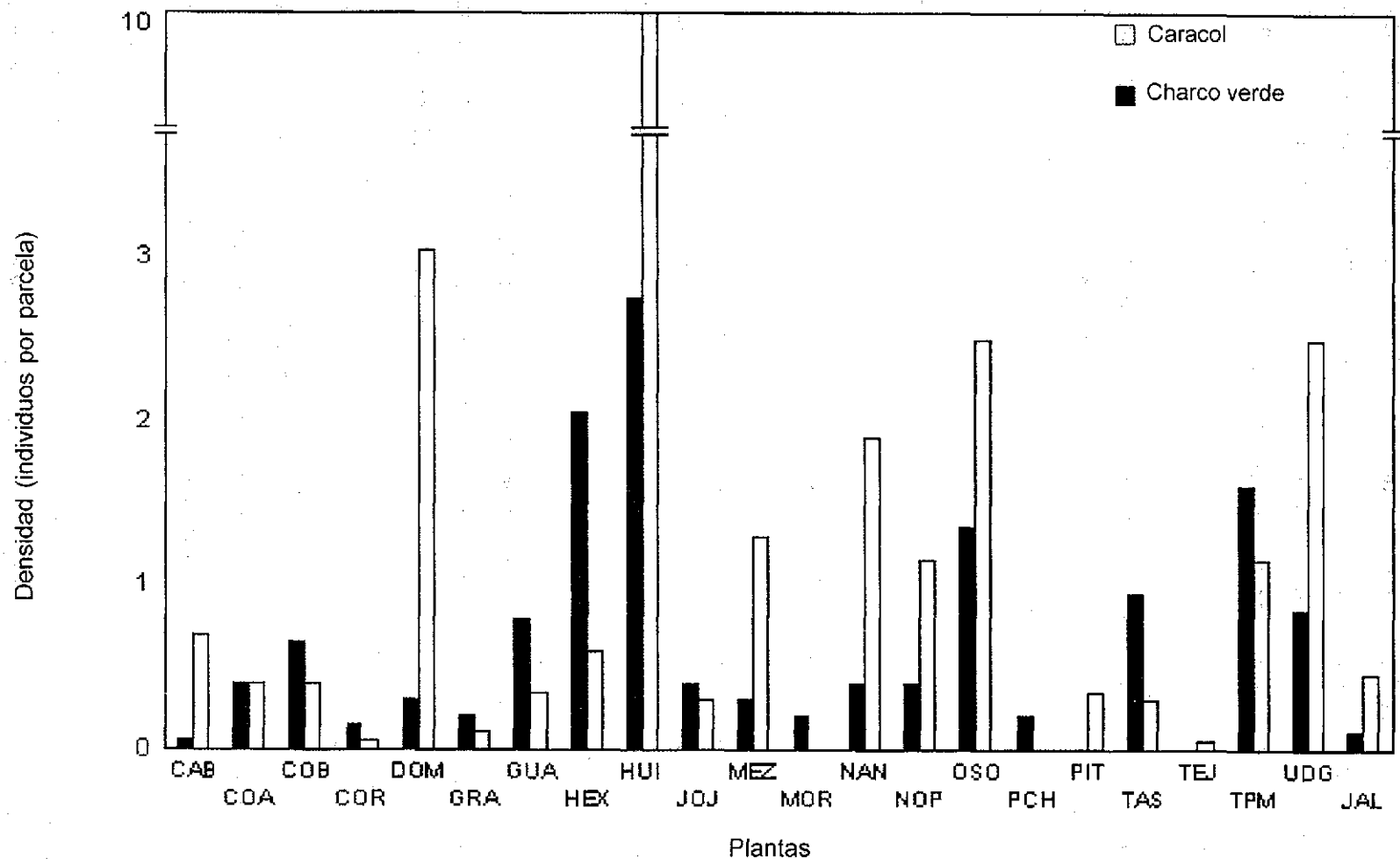


Figura 5. Densidad por especie vegetal (número de individuos por parcela).

CAB= *Randia sp.*, COA= *Bursera sp1.*, COB= *Bursera sp2.*, COR= *Bursera sp3.*, DOM= *Croton ciliatoglanduliferus*, GRA= *Celtis palida*, GUA= *Guazuma ulmifolia*, HEX= *Acacia macilenta*, HUI= *Acacia tortuosa*, JAL= *Acanthocereus sp.*, JOJ= *Apocynacea sp.*, MEZ= *Prosopis laevigata*, NAN= *Byrsonima sp.*, NOP= *Opuntia sp.*, OSO= *Ipomoea wolcottiana*, PIT= *Stenocereus sp.*, TAS= *Heliocarpus appendiculatus*, TEJ= n/i, TPM= *Lysiloma divaricata.*, UDG= *Mimosa multiflora*.

En el "Charco verde" las formas de crecimiento predominantes fueron los árboles deciduos de hojas anchas y los arbustos deciduos de hojas pequeñas con densidades de 5.3 y 4.8 ipp respectivamente, seguidos por los árboles deciduos de hojas pequeñas (9 ipp), los arbustos deciduos de hojas anchas (0.75 ipp), las plantas suculentas (0.5 ipp) y los árboles perennes de hojas pequeñas (0.3 ipp).

Aunque la diferencia entre la densidad vegetal total de ambos sitios no es significativa, existen diferencias entre sitios dentro de algunas formas de crecimiento como los arbustos deciduos de hojas anchas ($t_{18}=2.68$, $p<0.001$), arbustos deciduos de hojas pequeñas ($t_{18}=2.98$, $p<0.001$) y de plantas suculentas ($t_{18}=2.16$, $p<0.045$) que son más abundantes en el "Caracol".

1.4 RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES

En total se registraron 23 especies vegetales, 21 especies en el "Caracol" y 21 especies en el "Charco verde". En el primero destacaron, por su riqueza específica, las parcelas 8, 7 y 3, en el segundo, las parcelas con mayor número de especies fueron la 8, 2, 7 y 10 (Cuadro 2)

El índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener en el "Charco verde" fue de 2.315 y en el "Caracol" de 2.299. La prueba de Hutcheson para índices de diversidad (Magurran, 1983) mostró que no hay diferencias significativas en la diversidad de especies entre sitios ($t_{854}=0.295$, $p=0.97$).

Como se puede observar en el Cuadro 2, la parcela 1 del "Caracol" tuvo la diversidad y la riqueza más bajas respecto a otras parcelas. Sin embargo, es la parcela con mayor densidad y la tercera con mayor cobertura, esto sugiere una gran dominancia de algunas especies.

En el "Charco verde" la parcela 2, con la mayor diversidad y riqueza de especies, tiene una equitatividad menor que las parcelas 7 y 10 las cuales poseen un menor número de especies, esto sugiere una distribución no uniforme de la densidad, en la que algunas especies son más numerosas.

Cuadro 2. Principales características estructurales de la vegetación por parcela.

	Parcela	Cobertura	Densidad	Riqueza	Diversidad de Especies	Equitatividad	Diversidad de estratos foliares
Caracol	1	54.5	35.5	7	0.959	0.49	1.853
	2	35.0	22.0	9	1.702	0.77	1.545
	3	48.5	36.5	13	2.240	0.87	2.282
	4	33.0	21.0	8	1.184	0.57	1.944
	5	46.5	36.5	13	1.886	0.74	1.966
	6	43.0	26.0	9	1.287	0.59	2.189
	7	48.5	27.5	13	2.276	0.89	2.173
	8	42.5	25.5	13	2.168	0.85	2.178
	9	36.0	22.0	8	1.788	0.86	2.101
	10	43.5	26.5	10	1.701	0.74	2.255
	Por parcela	43.1	27.9	21	2.299	0.76	2.185
Charco verde	1	45.0	16.0	9	1.324	0.60	2.322
	2	53.5	19.5	12	2.065	0.83	2.132
	3	24.0	9.0	7	1.052	0.54	1.893
	4	34.0	15.0	9	1.486	0.68	1.575
	5	32.0	12.0	9	1.380	0.63	1.708
	6	52.0	13.0	10	1.488	0.65	2.154
	7	25.5	12.5	8	1.817	0.87	1.641
	8	59.0	18.0	12	1.753	0.71	2.169
	9	20.5	10.5	7	1.455	0.75	1.767
	10	37.5	15.5	9	1.859	0.85	2.164
	Por parcela	38.3	14.1	21	2.315	0.76	2.263

1.5 ESTRATIFICACION VEGETAL

1.5.1 Estratos foliares

Se obtuvieron 13 diferentes estratos con una distancia de 50 cm entre sí, de tal manera que el primer estrato abarca a las plantas con alturas de los 0.0 m hasta los 0.5 m y el último incluye a todas las plantas con alturas mayores o iguales a 6m

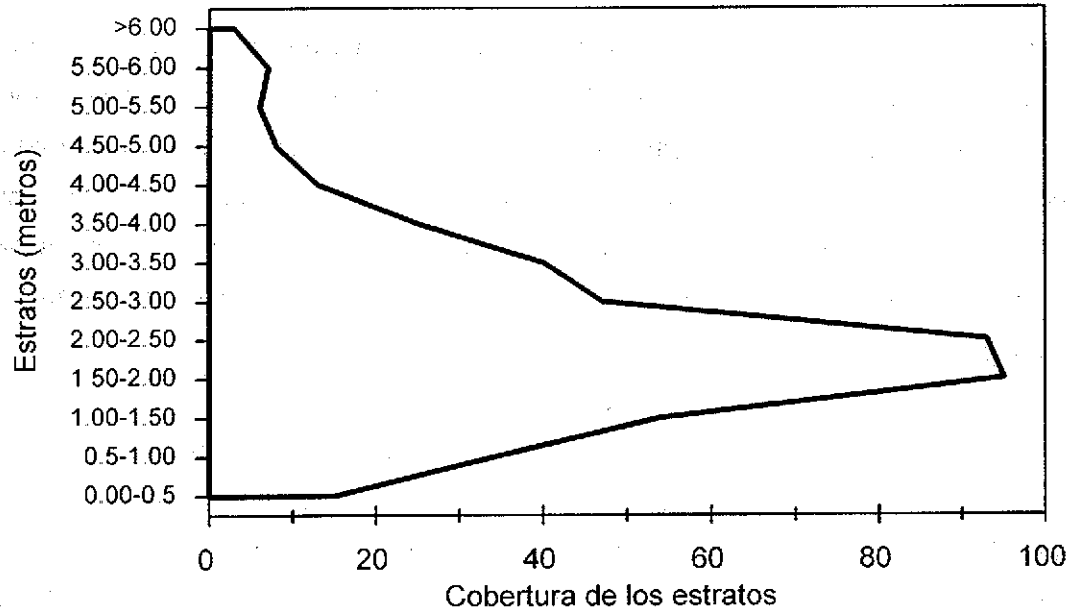
En general, tanto en el "Caracol" como en el "Charco verde" el estrato más importante por su dominancia fue el arbustivo (Fig.s 6). En este estrato se encuentra una gran parte de los arbustos deciduos de hojas anchas como la dominguilla, el nanche y la cabrilla y de los arbustos deciduos de hojas pequeñas como los huizaches. Se encuentran, además, algunas suculentas como el nopal y la jaltuna (*Acanthocereus sp.*) y también algunas formas arbóreas que por la disposición de sus ramas y tronco o por su edad no rebasan la altura media de su especie en esta región.

En las figuras 6a y 6b se puede observar que en el "Caracol" hay una mayor dominancia de los estratos herbáceos y arbustivos con respecto al "Charco verde". En contraste, en el "Charco verde" se nota un ligero dominio de estratos arbóreos. Las pruebas de t indican la existencia de diferencias significativas entre sitios en los estratos arbustivos de 1.0 a 1.5 m ($t_{16}=2.75$, $p=0.013$) y de 1.5 a 2.0 m ($t_{13}=2.104$, $p=0.049$), manifestándose la dominancia de *A. tortuosa* y *C. ciliatoglanduliferus* en el "Caracol".

1.5.2 Diversidad de estratos foliares

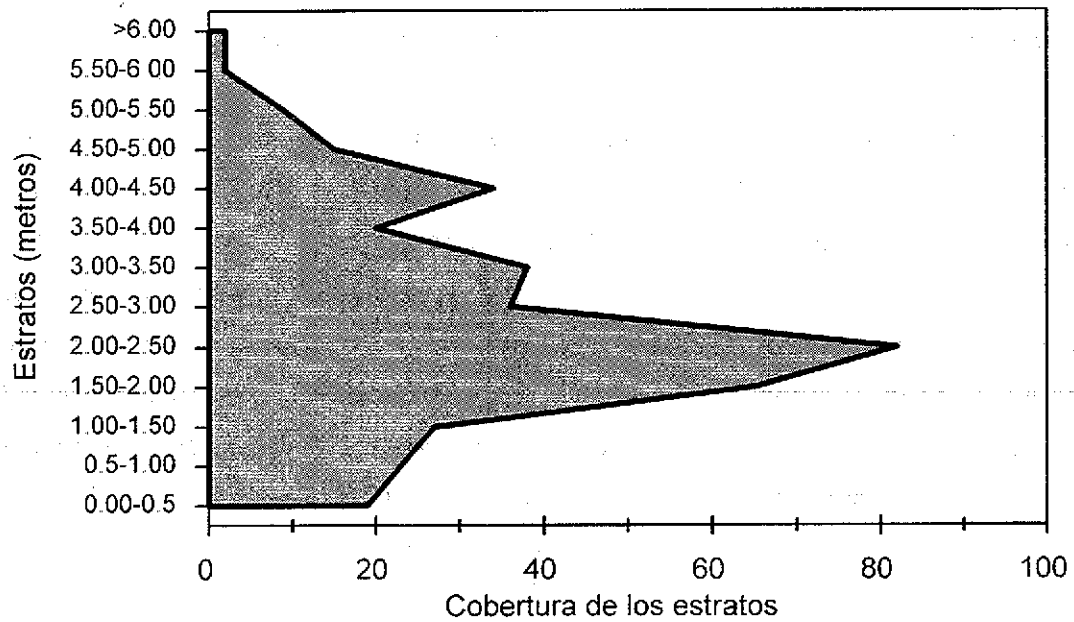
La diversidad de estratos foliares en el "Charco verde" y en el "Caracol" fueron de 2.263 y de 2.185, respectivamente (Cuadro 2). Al comparar estos índices mediante la prueba de Hutcheson (Magurran, 1983) se comprobó que las diferencias entre sitios no fueron significativas ($t_{654}=1.596$, $p=0.11$).

Caracol



6a.

Charco verde



6b.

Figuras 6a y 6b. Perfil de estratificación de la vegetación.

1.6 FENOLOGÍA

Durante la época seca las únicas especies que presentaron follaje verde fueron el huizache (*A. tortuosa*), el mezquite (*P. laevigata*), la guácima (*Guazuma ulmifolia*) y el nanche (*Byrsonima sp.*). El mezquite fue la especie que presentó la mayor cantidad de hojas o porcentaje de cobertura foliar (pcf) equivalente al 64%, seguido por el huizache (pcf=10.5%). Las otras tres especies tuvieron pcf muy bajos. En algunas parcelas del "Charco verde" se encontró que el osote (*I. wolcottiana*) presentó hojas completamente desarrolladas (Cuadro 3).

En esta misma época la única especie vegetal con flores fue el pitayo (*Stenocereus sp.*), que solo se encontró en el "Caracol" (Cuadro 3). Los frutos fueron muy escasos, siendo las especies *A. tortuosa*, *Bursera sp.*, *P. laevigata*, *Opuntia sp.* y *Stenocereus sp.* las únicas que presentaron frutos en el "Caracol", mientras que en el "Charco verde", las especies de *Bursera*, presentaron algunos frutos maduros y *P. laevigata* y *Opuntia sp.* frutos inmaduros (Cuadro 3).

En el otoño todas las especies vegetales presentaron hojas en diferentes etapas de desarrollo. Sin embargo, se presentó una prematura caída de hojas de las especies de los géneros *Bursera* e *Ipomoea* quienes presentaron pcf menores.

En ambos sitios, las especies *I. wolcottiana* y *H. appendiculatus*, presentaron flores durante el otoño. Así mismo ocurrió con *A. tortuosa*, mientras que *G. ulmifolia* presentó solamente algunos botones, estas últimas solamente en el "Caracol". La cabrilla (*Randia sp.*), el tepemezquite (*L. divaricata*) y la uña de gato (*M. galeottii*) presentaron frutos. Los copales (*Bursera spp.*), en general, presentaron frutos maduros e inmaduros, de igual manera lo hicieron el tasi (*H. appendiculatus*) y la guácima (*G. ulmifolia*). En el "Charco verde", posiblemente por escasez de lluvia, algunos frutos del copal blanco se secaron antes de alcanzar la madurez (Cuadro 3).

Cuadro 3. Fenología foliar, floral y frutal de las principales especies vegetales.

Clasificación modificada de Borchert (1994)

Hojas: a) maduras y verdes, b) maduras y amarillas-pardas, c) nuevas emergiendo, d) nuevas expandidas.

Flores: a) botones, b) jóvenes cerradas, c) abiertas, d) marchitas.

Frutos: a) pequeños en formación, b) medianos inmaduros, c) tamaño total verdes, d) tamaño total maduros o secos

CARACOL

Especie vegetal	Clave	PRIMAVERA			OTOÑO		
		Hojas	Flores	Frutos	Hojas	Flores	Frutos
<i>Acacia macilenta</i>	HEX	-	-	d	a,c,d	-	-
<i>Acacia tortuosa</i>	HUI	a,b,c,d	d	c,d	a,b,c,d	a,b,c,d	-
<i>Bursera sp1</i>	COA	-	-	d	a,b,c,d	-	a,b,c
<i>Bursera sp2</i>	COB	-	-	d	a,b,c,d	-	a,b,c
<i>Byrsonima sp.</i>	NAN	a,b	-	-	a,b,c,d	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUA	c,d	-	d	a,b,c,d	a	a,b
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	TAS	-	-	-	a,b,c,d	a,b,c	b,c
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	OSO	-	-	-	a,b,c,d	a,b,c	-
<i>Lysiloma divaricata</i>	TPM	-	-	d	a,b,c,d	-	b,c,d
<i>Mimosa galeottii</i>	UDG	-	-	d	a,b,c,d	d	b,c,d
<i>Opuntia sp.</i>	NOP	-	d	a,b,c	-	a	-
<i>Prosopis laevigata</i>	MEZ	a,b,c	-	c,d	a,b,c,d	-	-
<i>Randia sp</i>	CAB	b	-	-	a,c,d	-	b,c,d
<i>Stenocereus sp</i>	PIT	-	a,b,c	a,b,c,d	-	-	-

CHARCO VERDE

Especie vegetal	Clave	PRIMAVERA			OTOÑO		
		Hojas	Flores	Frutos	Hojas	Flores	Frutos
<i>Acacia macilenta</i>	HEX	b	-	d	a,b,c,d	-	-
<i>Acacia tortuosa</i>	HUI	a,b,c,d	-	-	a,b,c,d	-	-
<i>Bursera sp1</i>	COA	-	-	d	a,b,d	-	a,b,c
<i>Bursera sp2</i>	COB	-	-	-	a,b,c	-	c,d
<i>Byrsonima sp.</i>	NAN	a,b,c	-	-	a,b,c,d	-	-
<i>Ceiba acuminata</i>	PCH	-	a,b,c	-	a,b,c,d	-	c,d
<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUA	c	-	d	a,b,c,d	-	a,b,c
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	TAS	-	d	-	a,b,c,d	a,b,c,d	a,b,c
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	OSO	-	d	d	a,b,c,d	a,b,c	-
<i>Lysiloma divaricata</i>	TPM	-	-	d	a,b,c	-	b,c,d
<i>Mimosa galeottii</i>	UDG	-	-	d	a,b,c,d	d	b,c
<i>Opuntia sp.</i>	NOP	-	-	b,c	-	-	-
<i>Prosopis laevigata</i>	MEZ	a,b,c,d	-	b,c	a,c,d	-	-
<i>Randia sp.</i>	CAB	b	-	-	a,c,d	-	b,c,d



[Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page]

2. DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS

2.1 COLECCIÓN DE REFERENCIA Y COMPOSICIÓN DE MORFOESPECIES

2.1.1 Colección de referencia

Se creó una colección de referencia de los artrópodos del follaje y corteza de las plantas más abundantes de los sitios de trabajo. La finalidad de esta colección fue tener una referencia para la identificación de los artrópodos para los diferentes análisis de este trabajo.

Las recolectas se realizaron manera aleatoria durante los meses de noviembre de 1998, mayo y octubre de 1999. Los ejemplares fueron clasificados en morfoespecies y preservados en alcohol al 70%.

Se recolectaron alrededor de 3600 individuos pertenecientes a 16 órdenes de arañas e insectos. Los individuos capturados fueron agrupados en 187 morfoespecies.

Los órdenes con mayor número de morfoespecies fueron: Coleoptera, Homoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Araneae y Lepidoptera (Cuadro 4).

Por fines prácticos, los órdenes Blattaria, Mantoidea, Grylloblattodea y Orthoptera fueron agrupados dentro del orden Orthoptera según Barnes (1990) para los análisis de densidad y biomasa.

Cuadro 4. Composición de morfoespecies de la colección de referencia.

Orden	Clave	Número de morfoespecies	% de composición
Araneae	ARA	21	11.2
Phalangida	PHA	1	0.5
Acarina	ACA	2	1.1
Blattaria	BLA	1	0.5
Mantoidea	MAN	5	2.7
Grylloblattodea	GRB	2	1.1
Orthoptera	ORT	5	2.7
Dermaptera	DER	1	0.5
Hemiptera	HEM	29	15.5
Homoptera	HOM	30	16.0
Neuroptera	NEU	4	2.1
Coleoptera	COL	31	16.6
Mecoptera	MEC	1	0.5
Lepidoptera	LEP	20	10.7
Diptera	DIP	13	7.0
Hymenoptera	HYM	21	11.2
Órdenes totales		16	
Morfoespecies totales		187	

2.2 DENSIDAD DE ARTRÓPODOS

2.2.1 Densidad de artrópodos por especie vegetal

Durante la primavera en el "Charco verde" se encontró una mayor densidad de artrópodos por rama de 30 cm (ipr) que en el "Caracol" ($\bar{x}=1.49$ ipr y $\bar{x}=0.83$ ipr, respectivamente); esta diferencia fue significativa ($t_{18}=-2.28$, $p=0.035$).

Las plantas con mayor densidad de artrópodos por rama de 30 cm, en la primavera, fueron el huizache (*Acacia tortuosa*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*) en ambas localidades. En estas especies hubo una mayor abundancia de himenópteros, principalmente hormigas, seguidos por homópteros y arañas. En el "Caracol", la tercera especie con mayor densidad de artrópodos fue la guácima (*Guazuma ulmifolia*), con predominancia de himenópteros. En el "Charco verde", fue la uña de gato (*Mimosa galeottii*) la tercera especie con mayor abundancia de artrópodos, principalmente arañas y homópteros (Cuadro 5, Fig. 7a).

Tras la aplicación de pruebas de t se encontraron diferencias significativas en la densidad de artrópodos por rama entre sitios en el copal amarillo (*Bursera sp.*) ($t_{18}=-2.75$, $p=0.013$) y en *A. tortuosa* ($t_{18}=-2.64$, $p=0.016$), que tuvieron mayor densidad de artrópodos en el "Charco verde" (Cuadro 5).

En el otoño, la densidad de artrópodos por rama en el "Caracol" fue de 9.03 ipr y en el "Charco verde" de 9.63 ipr. En esta época no se encontraron diferencias significativas de la densidad de artrópodos por rama entre sitios ($t_{18}=-0.487$, $p=0.632$). En esta época la planta con mayor densidad de artrópodos fue el nanche (*Byrsonima sp.*), en esta especie el grupo dominante fue el de los hemípteros de la familia Tingidae. En segundo lugar, se ubicaron *A. tortuosa*, con altas densidades de homópteros y arañas y la uña de gato con una gran cantidad de himenópteros, homópteros y lepidópteros.

Las pruebas de t para comparaciones entre sitios mostraron que *G. ulmifolia* tuvo una densidad de artrópodos significativamente mayor en el "Caracol" ($t_{18}=2.48$, $p=0.023$), predominando los mismos grupos que en la uña de gato, mientras que *P. laevigata* tuvo una mayor densidad de artrópodos en el "Charco verde" ($t_{18}=-3.376$, $p=0.0003$), predominando las arañas y los homópteros (Cuadro 5, Fig. 7b).

2.2.2 Abundancia de artrópodos por orden

Los órdenes con mayor número de individuos por rama de 30 cm en primavera fueron, Hymenoptera, Araneae y Homoptera (Fig. 8a)

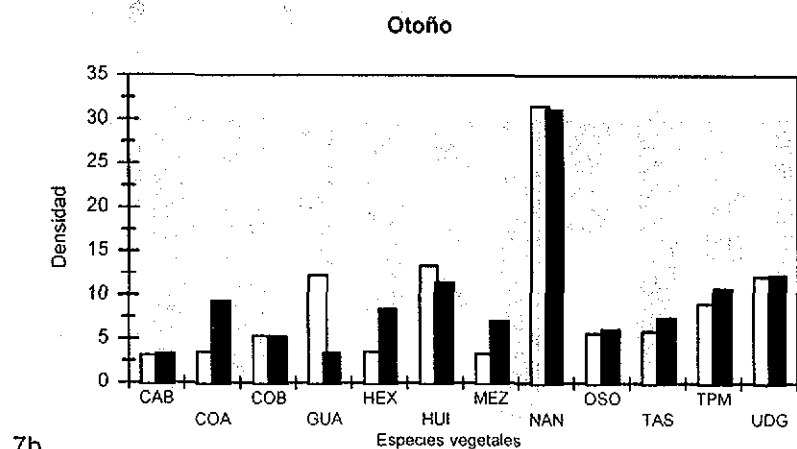
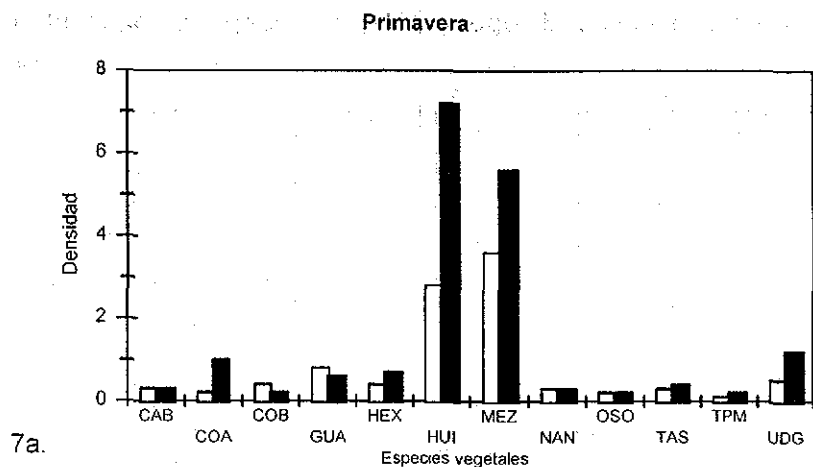
En el otoño, hubo cambios drásticos en la abundancia de los diferentes órdenes de artrópodos. Los hemípteros, homópteros, lepidópteros y arañas fueron los más abundantes en ambos sitios, alcanzando mayores densidades en el "Charco verde". Durante esta época se registraron algunos individuos de los órdenes Dermaptera, Mecoptera, Neuroptera y Opiliones (Phalangida) que estuvieron ausentes durante los muestreos de primavera (Fig. 8b).

2.2.3 Densidad de artrópodos por parcela

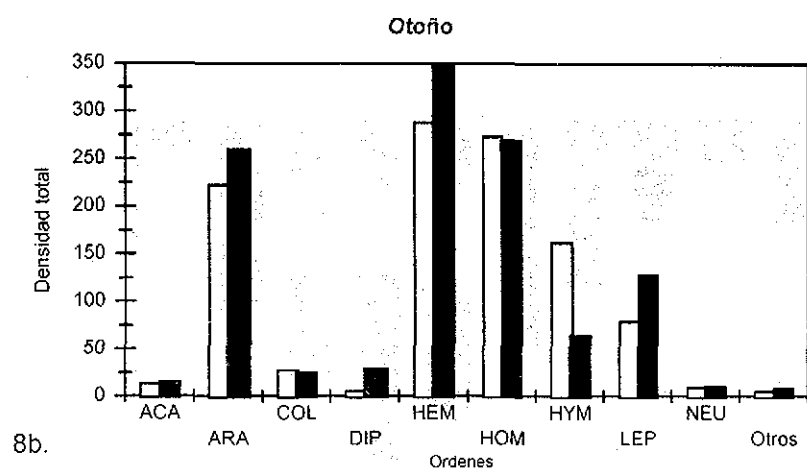
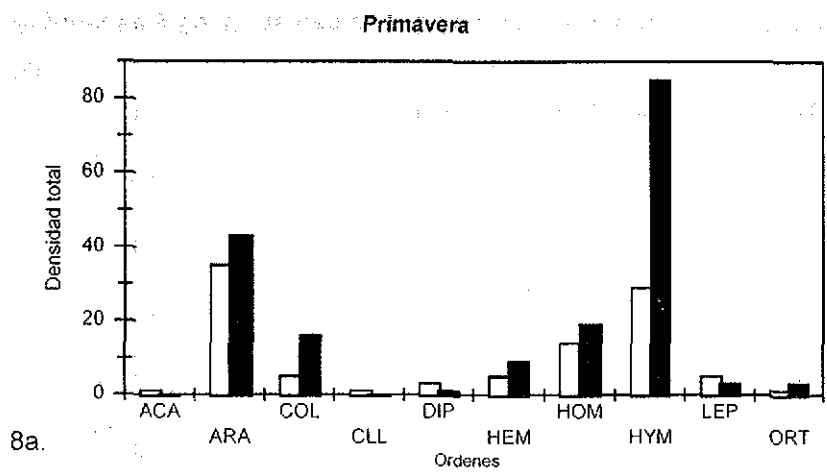
La densidad de artrópodos por parcela (ipp) se obtuvo a partir del número promedio de individuos por rama de 30 cm (ipr) multiplicado por la cobertura foliar de cada especie vegetal dentro de cada parcela.

En primavera (Figs. 9a y 9b), la densidad de artrópodos por parcela fue de 78.07 ± 45.16 individuos en el "Charco verde" y de 58.5 ± 27.3 ipp en el "Caracol"; ésta diferencia no fue significativa ($t_{18}=1.113$, $p=0.28$). Además, se observó que las parcelas con mayores densidades de artrópodos en primavera dejaron de serlo en el otoño; esto se explica a partir del hecho de que en la época seca solo *A. tortuosa* y *P. laevigata*, que presentaron follaje, concentraron en conjunto a un 63.6% en el "Caracol" y a un 71.5% en el "Charco verde" de la densidad total de artrópodos (ver Cuadro 5).

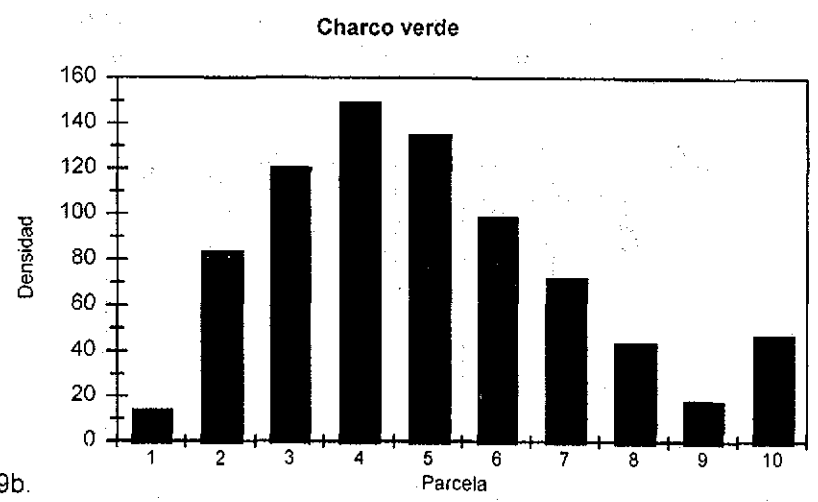
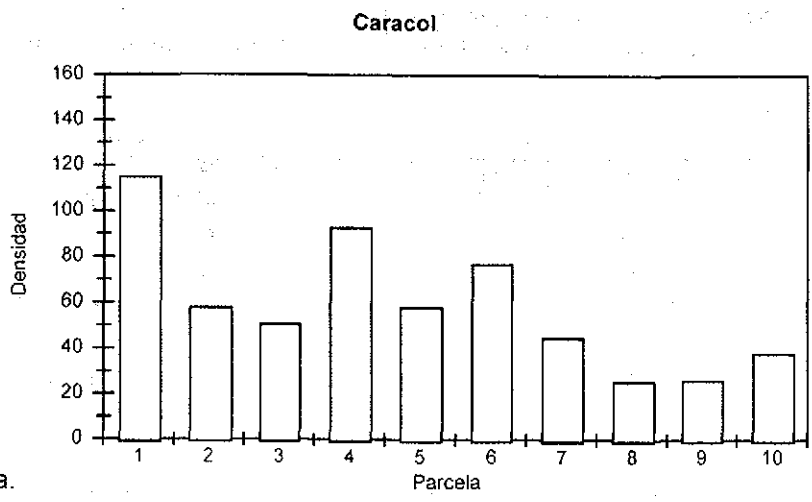
Durante la época húmeda, cuando todas las especies vegetales presentaron hojas en diferentes estados de desarrollo, las densidades estimadas de artrópodos aumentaron drásticamente (Figs. 9c y 9d). Las parcelas dominantes en la densidad de artrópodos fueron aquellas que tuvieron una mayor cobertura foliar total, tanto en el "Caracol" ($r=0.69$, $p=0.027$) como en el "Charco verde" ($r=0.91$, $p<0.0003$). La densidad estimada de artrópodos por parcela en el "Caracol" fue de 418.84 ± 99.9 ipp y en el "Charco verde" de 337.43 ± 9.46 ipp; esta diferencia no fue significativa ($t_{18}=1.775$, $p=0.093$).



Figuras 7a y 7b. Densidad de artrópodos por especie vegetal. □ Caracol ■ Charco verde
 La densidad representa al número de individuos por rama de 30 cm. CAB= *Randia sp.*, COA= *Bursera sp.*, COB= *Bursera sp.*, GUA= *G. ulmifolia*, HEX= *A. macilenta*, HUI= *A. tortuosa*, MEZ= *P. laevigata*, NAN= *Byrsonima sp.*, OSO= *I. wolcottiana*, TAS= *H. appendiculatus*, TPM= *L. divaricata*, UDG= *M. galeottii*.



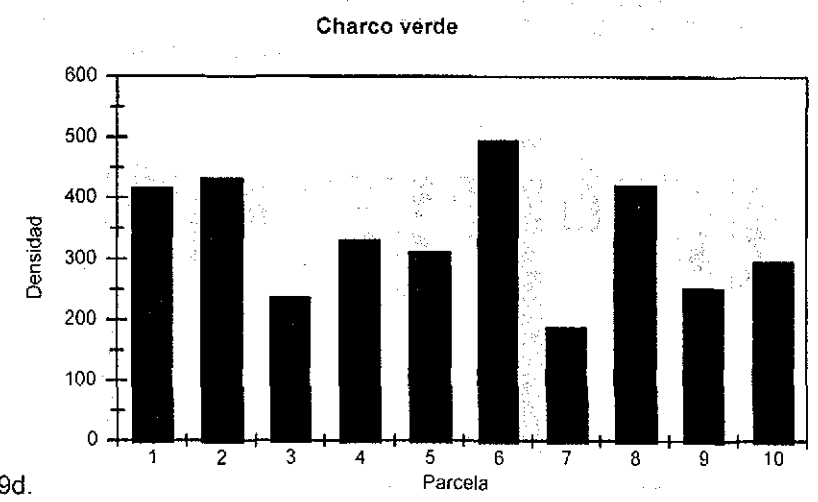
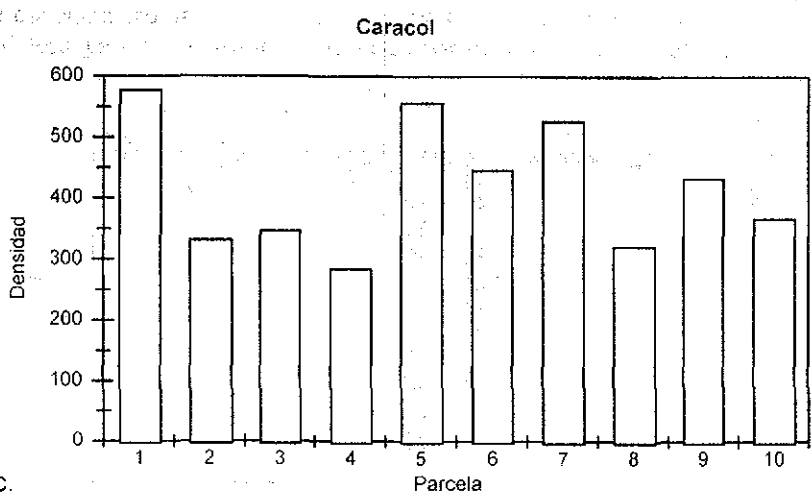
Figuras 8a y 8b. Abundancia total de artrópodos por orden. □ Caracol ■ Charco verde. ACA= Acarina, ARA= Araneae, COL= Coleoptera, CLL= Collembola, DIP= Diptera, HEM= Hemiptera, HOM= Homoptera, HYM= Hymenoptera, LEP= Lepidoptera, NEU= Neuroptera, ORT= Orthoptera.



9a.

9b.

Figuras 9a y 9b. Densidad de artrópodos por parcela en primavera.



9c.

9d.

Figuras 9c y 9d. Densidad de artrópodos por parcela en otoño.

Cuadro 5. Densidad, biomasa y riqueza de morfoespecies de artrópodos por especie vegetal.

Especie vegetal	Clave	PRIMAVERA			OTOÑO		
		Densidad	Biomasa	Riqueza	Densidad	Biomasa	Riqueza
<i>Acacia macilenta</i>	HEX	0.4	0.26	2	3.5	16.62	6
<i>Acacia tortuosa</i>	HUI	2.7	0.85	14	13.3	40.96	25
<i>Bursera sp1</i>	COA	0.2	2.12	2	3.5	2.20	7
<i>Bursera sp2</i>	COB	0.4	0.17	3	5.3	4.68	11
<i>Byrsonima sp.</i>	NAN	0.3	0.53	3	31.5	46.91	20
<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUA	0.8	1.84	3	12.2	72.93	32
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	TAS	0.3	0.39	2	5.9	4.06	16
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	OSO	0.2	0.33	2	5.6	26.27	27
<i>Lysiloma divaricata</i>	TPM	0.1	0.12	1	9.0	17.94	13
<i>Mimosa galeottii</i>	UDG	0.5	1.26	4	12.1	43.67	26
<i>Prosopis laevigata</i>	MEZ	3.6	1.90	16	3.3	3.85	20
<i>Randia sp.</i>	CAB	0.4	0.21	3	3.1	2.06	14
Totales		9.9	9.98	35	108.3	282.15	94

<i>Acacia macilenta</i>	HEX	0.7	0.32	4	8.4	36.59	17
<i>Acacia tortuosa</i>	HUI	7.2	4.36	21	11.4	18.80	29
<i>Bursera sp1</i>	COA	1.0	0.72	3	9.3	2.30	9
<i>Bursera sp2</i>	COB	0.2	0.02	2	5.2	1.94	13
<i>Byrsonima sp.</i>	NAN	0.3	0.14	3	31.1	17.90	21
<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUA	0.6	0.40	5	3.4	65.85	16
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	TAS	0.4	0.39	2	7.4	7.41	19
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	OSO	0.2	0.08	1	6.1	76.44	27
<i>Lysiloma divaricata</i>	TPM	0.2	0.14	2	10.7	24.09	20
<i>Mimosa galeottii</i>	UDG	1.2	0.98	5	12.3	51.00	25
<i>Prosopis laevigata</i>	MEZ	5.6	7.64	17	7.0	42.96	20
<i>Randia sp.</i>	CAB	0.3	0.51	2	3.3	2.20	13
Totales		17.9	15.70	35	115.6	347.47	102

Caracol

Charco verde

2.3 BIOMASA DE ARTRÓPODOS

2.3.1 Biomasa de artrópodos por especie vegetal

La biomasa media de artrópodos por rama de 30 cm (bpr) en la época seca fue de 1.31 mg en el "Charco verde" y de 0.82 mg en el "Caracol"; esta diferencia no fue significativa ($t_{18}=-0.854$, $p=0.4$).

En la primavera, las especies vegetales con mayor biomasa de artrópodos en el "Caracol" fueron el copal amarillo (*Bursera sp.*), con la más alta biomasa de hemípteros, *P. laevigata*, con la mayor biomasa de homópteros; la guácima (*G. ulmifolia*) también con una alta biomasa de hemípteros, y la uña de gato (*M. galeottii*), con la más alta biomasa de arañas. En el "Charco verde" las especies vegetales con mayor biomasa de artrópodos fueron *P. laevigata*, en donde los mantoideos y los hemípteros tuvieron mayor biomasa, principalmente a causa de su tamaño; *Acacia tortuosa*, que presentó una alta biomasa de lepidópteros y hemípteros, y *M. galeottii* en donde predominó la biomasa de coleópteros (Cuadro 5, Fig. 10a)

La biomasa media de artrópodos por rama de 30 cm (bpr) en el otoño fue de 28.96 mg en el "Charco verde" y de 23.51 mg en el "Caracol"; esta diferencia no fue significativa ($t_{18}=-0.976$, $p=0.342$). En esta época las plantas con mayor biomasa de artrópodos fueron, en el "Caracol", *G. ulmifolia* y *M. galeottii*, con predominancia de ortópteros y lepidópteros, *Byrsonima sp.*, con mayor biomasa de ortópteros y hemípteros; y *Acacia tortuosa*, con predominancia de lepidópteros y de hemípteros (Cuadro 5, Fig. 10b). Mientras que en el "Charco verde" fueron el osote (*Ipomoea wolcottiana*), con mayor biomasa de hemípteros e himenópteros; *G. ulmifolia*, con predominancia de lepidópteros y *Mimosa galeottii*, con predominancia de ortópteros, lepidópteros y hemípteros (Cuadro 5, Fig. 10b).

2.3.2 Biomasa de artrópodos por orden

La biomasa total de los hemípteros fue consistentemente alta, ya que durante ambas estaciones se ubicó entre el segundo y el tercer lugar de importancia.

En primavera el orden con mayor biomasa, en el "Charco verde", fue Orthoptera, con 49.9 mg de peso por rama seguido de Hemiptera, Araneae, Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera. En el "Caracol", el orden más importante en cuanto a su biomasa fue Araneae con 36.56 mg, en segundo lugar se encuentra Hemiptera seguido por Homoptera, Diptera y Lepidoptera (Fig 11a).

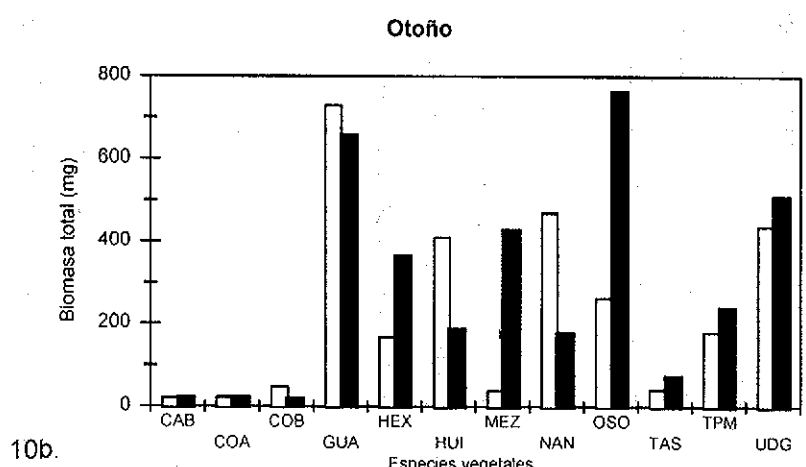
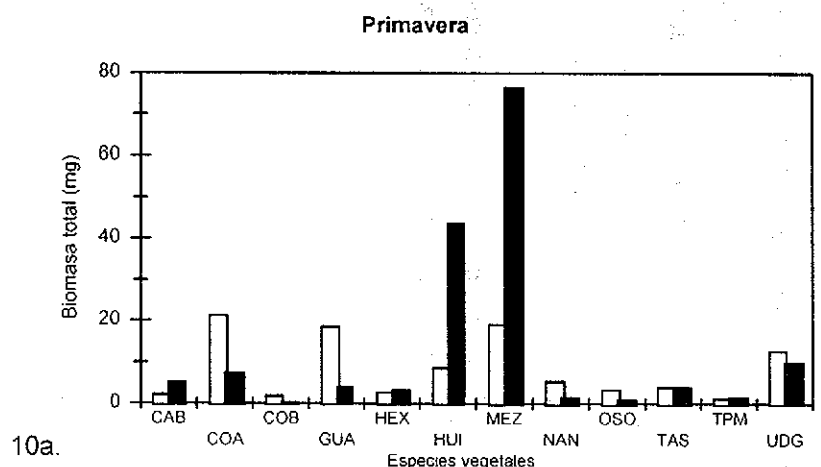
Los órdenes más importantes por su peso o biomasa en el "Caracol" durante el muestreo de otoño fueron Orthoptera (95.58 mg), Lepidoptera (73.53 mg), Hemiptera (46.84 mg) y Araneae (22.37 mg). En el "Charco verde" destacaron Lepidoptera (100.82 mg), Orthoptera (89.19 mg), Hemiptera (75.23 mg) (Fig 11b).

2.3.3 Biomasa estimada de artrópodos por parcela

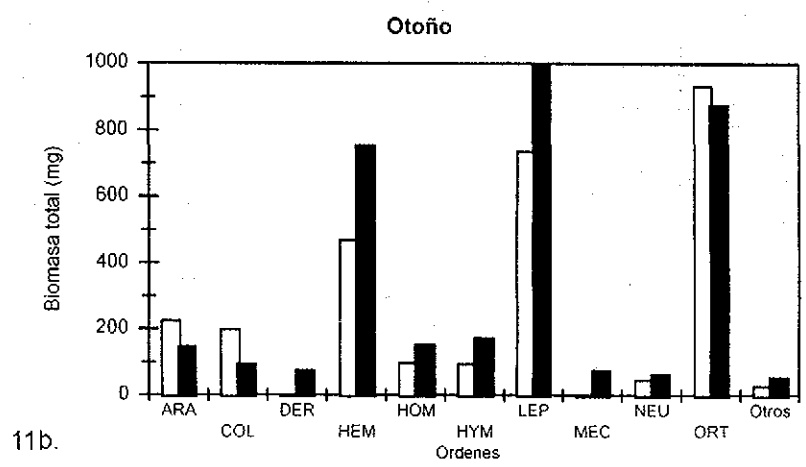
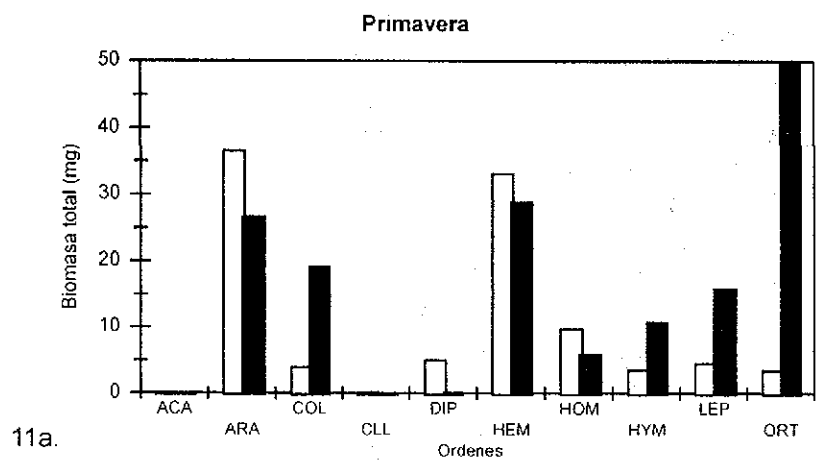
Los valores estimados de biomasa por parcela se obtuvieron de la misma manera que los estimados de densidad, a partir de la cobertura vegetal dentro de cada parcela y de la biomasa de artrópodos correspondiente a cada especie vegetal.

En el muestreo de primavera la biomasa estimada de artrópodos por parcela fue de 49.26 ± 27.47 mg en el "Charco verde" y de 31.45 ± 4.33 mg en el "Caracol", esta diferencia no fue significativa ($t_{18}=1.921$, $p=0.071$). Durante el otoño la biomasa estimada fue de 1172.41 ± 299.75 mg por parcela en el "Caracol" y de 1050.46 ± 326.45 mg en el "Charco verde"; esta diferencia tampoco fue significativa ($t_{18}=0.825$, $p=0.42$).

En las figuras 12a-d se observa que, al igual que sucede con la densidad, las parcelas con mayor biomasa en primavera no son las más importantes en otoño y que los cambios en la biomasa entre estaciones son muy drásticos.

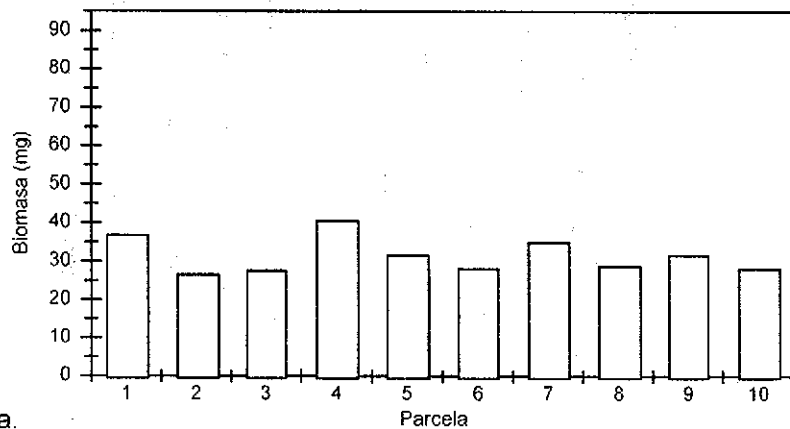


Figuras 10a y 10b. Biomasa de artrópodos por especie vegetal. □ Caraco I ■ Charco verde
 La biomasa representa al peso seco total de artrópodos por rama de 30 cm. CAB= *Randia sp.*, COA= *Bursera sp.*, COB= *Bursera sp.*, GUA= *G. ulmifolia*, HEX= *A. macilenta*, HUI= *A. tortuosa*, MEZ= *P. laevigata*, NAN= *Byrsonima sp.*, OSO= *I. wolcottiana*, TAS= *H. appendiculatus*, TPM= *L. divaricata*, UDG= *M. galeottii*.



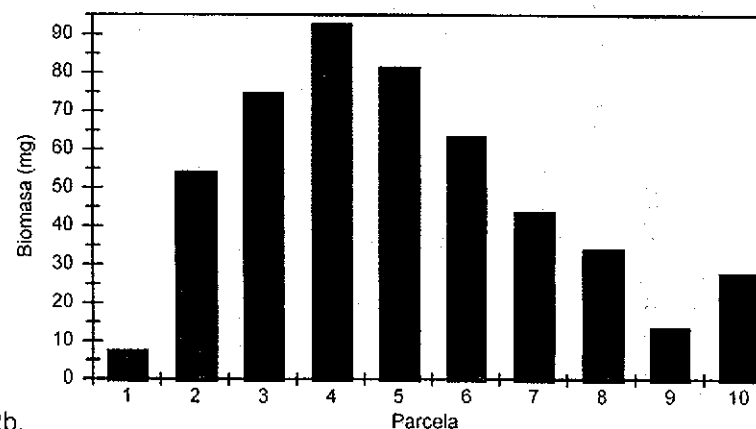
Figuras 11a y 11b. Biomasa total de artrópodos por orden. □ Caraco I ■ Charco verde. ACA= Acarina, ARA= Araneae, COL= Coleoptera, CLL= Collembola, DIP= Diptera, HEM= Hemiptera, HOM= Homoptera, HYM= Hymenoptera, LEP= Lepidoptera, MEC= Mecoptera, NEU= Neuroptera, ORT= Orthoptera.

Caracol



12a.

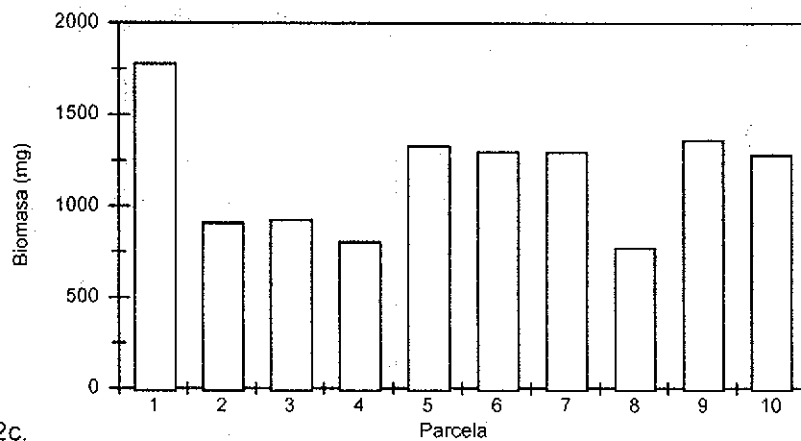
Charco verde



12b.

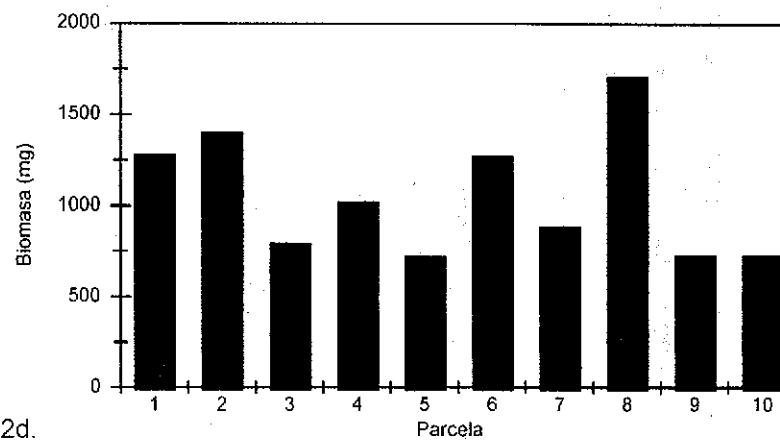
Figuras 12a y 12b. Biomasa de artrópodos por parcela en primavera.

Caracol



12c.

Charco verde



12d.

Figuras 12c y 12d. Biomasa de artrópodos por parcela en otoño.

2.4 RIQUEZA DE ARTRÓPODOS

En el muestreo de primavera se registraron 48 morfoespecies (msp) de artrópodos. En cada uno de los sitios se registraron 35 msp y se compartieron 22 de ellas, que equivalen al 45.8% del total de morfoespecies. Las plantas con mayor riqueza de morfoespecies fueron *A. tortuosa* y *P. laevigata* en ambas localidades (Cuadro 5).

En otoño se registraron un total de 136 morfoespecies, 102 msp en el "Charco verde" y 94 msp en el "Caracol". De estas, 60 fueron compartidas por ambas localidades y representaron el 44.1% del total de morfoespecies registradas en ambos sitios.

En la época húmeda las especies vegetales con mayor riqueza de morfoespecies fueron *I. wolcottiana*, *M. galeottii*, *A. tortuosa*, *Byrsonima sp.* y *P. laevigata* en ambas localidades. Además, en el "Charco verde" destacó el tepemezquite (*Lysiloma divaricata*) y en el "Caracol" *G. ulmifolia* (Cuadro 5).

2.5 DENSIDAD, BIOMASA Y ESTRUCTURA DEL HÁBITAT

2.5.1 Densidad de artrópodos y estructura del hábitat

Para los datos de primavera se realizaron análisis de correlación entre las variables de la estructura del hábitat (ver capítulo 1) y la densidad de artrópodos. Dichos análisis mostraron que no hay relaciones significativas entre las variables de la estructura del hábitat y la densidad de artrópodos en ninguno de los sitios (Cuadro 6). Sin embargo, la densidad de artrópodos se asoció significativamente con *A. tortuosa*, tanto en el "Caracol" ($r=0.89$, $p<0.001$) como en el "Charco verde" ($r=0.98$, $p<0.001$).

Como se mencionó anteriormente, en el otoño las parcelas con mayor densidad de artrópodos fueron aquellas que tuvieron una mayor cobertura vegetal. Los análisis de correlación entre cobertura vegetal total y densidad de artrópodos para ambos sitios muestran que esta relación fue significativa (Cuadro 6), lo que indica que a mayor disponibilidad de follaje hay una mayor densidad de artrópodos. En el "Caracol" no se encontró ninguna relación entre la densidad de artrópodos y alguna otra característica

de la vegetación. En contraste, en el "Charco verde" se encontraron, además, relaciones significativas con la densidad, la riqueza de especies y la diversidad de estratos foliares (Cuadro 6).

Cuadro 6. Relación de la densidad y biomasa de artrópodos con los principales indicadores de la estructura del hábitat.

Los coeficientes de correlación significativos ($r_{0.05, 8}$) aparecen en negritas

Indicador de estructura	PRIMAVERA				OTOÑO			
	Caracol		Charco verde		Caracol		Charco verde	
	Densidad	Biomasa	Densidad	Biomasa	Densidad	Biomasa	Densidad	Biomasa
Densidad vegetal	0.25	-0.04	-0.24	-0.21	0.58	0.42	0.63	0.74
Cobertura vegetal	0.24	0.02	-0.15	-0.10	0.69	0.60	0.91	0.90
Riqueza de especies	-0.56	-0.34	-0.03	0.02	0.03	-0.35	0.77	0.84
Diversidad de especies	-0.82	-0.45	-0.25	-0.23	-0.12	-0.40	0.18	0.35
Diversidad de estratos	-0.43	-0.16	-0.55	-0.53	-0.03	-0.01	0.69	0.58

2.5.2 Biomasa de artrópodos y estructura del hábitat

Los análisis de correlación entre la biomasa de artrópodos y las variables estructurales del hábitat, para los muestreos de primavera, indican que no existieron relaciones significativas en ninguno de los sitios de trabajo (Cuadro 6).

En otoño, la biomasa de artrópodos se relacionó significativamente con la cobertura vegetal total, la densidad vegetal y la riqueza de especies de plantas en el "Charco verde", mientras que en el "Caracol", estas correlaciones no fueron significativas (Cuadro 6).

3. ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE AVES

3.1 COMPOSICIÓN Y OCURRENCIA DE ESPECIES

3.1.1 Composición de especies de aves

Durante los muestreos de primavera y de otoño de 1999, se registraron un total de 45 especies de aves de las cuales 40 se encontraron dentro de las parcelas de observación. Estas aves pertenecen a 16 familias excluyendo, para el presente propósito, a las aves rapaces, aves acuáticas, aves de hábitos terrestres y de hábitos nocturnos. De las 40 especies registradas 28 ocurrieron en ambos sitios de manera simultánea (Anexo 2)

Durante la época seca 21 especies de aves fueron compartidas por las dos localidades de trabajo; en el "Charco verde" se registraron un total de 24 especies y en el "Caracol" 29 especies. En la época húmeda se registraron 25 especies en el "Charco verde" y 24 en el "Caracol", 22 de ellas fueron compartidas.

Las gremios se compusieron de la siguiente manera: los carnívoro-insectívoros (crin), los frugívoros (fr) y los frugívoro-insectívoros (frin) con una sola especie cada uno; el gremio de los insectívoros al vuelo (invu) incluyó 4 especies, los insectívoros de corteza (inco) con 4 especies; los nectarívoros (ne) y los granívoros (gr) cada uno con 5 especies; los omnívoros (om) con 6 especies, y los granívoro-insectívoros (grin) con 7 especies al igual que los insectívoros de follaje (info). En el Anexo 2 se muestran los nombres de las especies pertenecientes a cada gremio y sus densidades

3.1.2 Ocurrencia de especies

Las especies más comunes a lo largo de todo el año fueron *Camptostoma imberbe*, *Columbina passerina*, *Icterus pustulatus*, *Myiarchus cinerascens*, *Pipilo fuscus*, *Picoides scalaris*, *Thryothorus sinaloa* y *Zenaida macroura*, todas estas especies ocurrieron en ambos sitios en la mayoría de los censos y en casi toda el área cubierta por este estudio (Anexo 2)

La especie *Columbina inca* y el género *Empidonax* se registraron todo el año aunque disminuyeron su abundancia en el otoño. Otras especies residentes que disminuyeron de manera sustancial su presencia en esta época fueron *Eugenes fulgens* y *Guiraca caerulea*, mientras que *Trogon elegans* y *Molothrus aeneus*, que fueron comunes durante la primavera, no se presentaron en el otoño (Anexo 2).

Las aves residentes *Carduelis psaltria* y *Polioptila nigriceps*, que fueron raras en la primavera, se tornaron comunes durante el otoño. Las especies migratorias de invierno e insectívoras de follaje *Dendroica coronata*, *Polioptila caerulea* y *Vermivora ruficapilla* registraron su mayor abundancia durante la época húmeda.

La especie residente *Thryomanes bewickii* fue común durante todo el año pero se registró exclusivamente en el "Caracol" (Anexo 2).

3.2 DENSIDAD DE AVES

Como se muestra en el Cuadro 7 la densidad de aves fue ligeramente mayor en el "Caracol" que en "Charco verde" durante la primavera, mientras que en el otoño ocurrió lo contrario. Sin embargo, un análisis de varianza de dos factores (sitio y época) mostró que no hay diferencias significativas en las densidades totales de aves ni entre sitios ($F_{1,36}=0.109$, $p=0.74$), ni entre estaciones ($F_{1,36}=0.67$, $p=0.42$), y no hay alguna interacción entre ambas variables que afecte a la densidad de manera significativa ($F_{1,36}=1.709$, $p=0.2$).

3.2.1 Densidad de aves por especie

Las familias con mayores densidades durante la primavera fueron Tyrannidae (22.1 y 14.5% de la densidad total en el "Caracol" y el "Charco verde", respectivamente), Columbidae (21.8 y 30.8%), Icteridae (12.8 y 12.2%), Troglodytidae (9.3 y 8.3%), Cardenalidae (7.4 y 9.5%), y Emberizidae (6.8 y 7.3%).

Las aves más abundantes en el "Caracol" fueron la tórtola común *C. passerina*, el copetón cenizo *M. cinerascens*, la calandria de fuego *I. pustulatus*, el mosquerito lampiño *C. imberbe*, el carpintero listado *P. scalaris*, el picogrueso azul *G. caerulea*, el rascador arroyero *P. fuscus*, el tordo ojirrojo *Molothrus aeneus*, el saltapared tepetatero *T. bewickii*, y el sastrecillo *Psaltiriparus minimus*. En el "Charco verde" las aves más abundantes fueron *C. passerina*, *G. caerulea*, *I. pustulatus*, el saltapared sinaloense *T. sinaloa*, *M. cinerascens*, *C. imberbe* y el colibrí magnífico *E. fulgens* (Anexo 2).

En otoño, fueron las familias Tyrannidae (23.2 y 19.4% de la densidad total en el "Caracol" y el "Charco verde", respectivamente), Muscicapidae (17 y 14.5%), Columbidae (15.4 y 15.5%), Parulidae (11.4 y 18.8%), Trochilidae (12.9 y 14.9%), las que tuvieron mayores densidades. Las especies más abundantes durante esta época tanto en el "Caracol" como en el "Charco verde" fueron *C. passerina*, *M. cinerascens*, *C. imberbe*, la perla gorrinegra *P. nigriceps*, el chipe rabadilla-amarilla *D. coronata*, el colibrí pico-ancho *Cyananthus latirostris*, el madrugador gritón *Tyrannus vociferans* y el chupaflores corona-violeta *Amazilia violiceps* (Anexo 2).

3.2.2 Densidad de aves por parcela

La densidad de aves por parcela representa a la media del número total de aves registradas por parcela circular de radio fijo de 30 m en diez conteos.

La densidad de aves por parcela fue de 6.34 ± 1.17 individuos en el "Caracol" y de 5.88 ± 1.45 individuos en el "Charco verde" según los censos correspondientes al muestreo de primavera (Cuadro 7). No se encontraron diferencias entre sitios ($t_{18}=0.739$, $p=0.468$). La parcela con mayor densidad de aves en el "Caracol" fue la 3 ($\chi^2_1=12$, $p<0.001$) y en el "Charco verde" fue la parcela 6 ($\chi^2_1=13.52$, $p<0.001$), mientras que la parcela 1 tuvo la menor densidad ($\chi^2_1=8.84$, $p=0.0029$) (Cuadro 7).

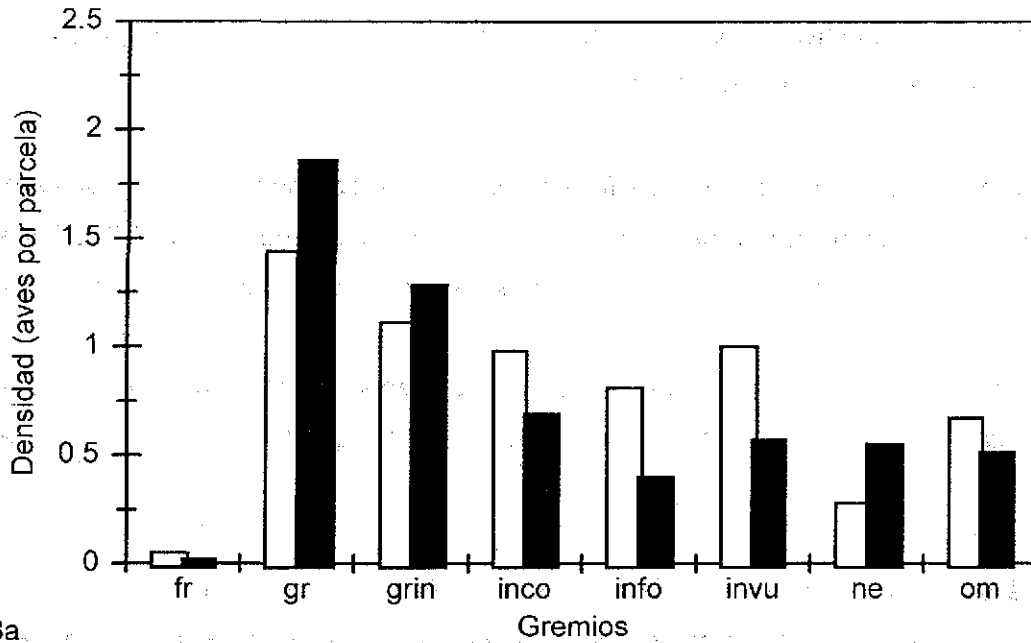
En otoño la densidad de aves por parcela en el "Caracol" fue de 5.34 ± 1.31 individuos y en el "Charco verde" fue de 6.12 ± 1.69 individuos. No se encontraron diferencias en la densidad entre sitios ($t_{18}=-1.095$, $p=0.288$). En el "Caracol" fueron las parcelas 1 y 3 las que tuvieron mayor densidad de aves ($\chi^2_1=3.99$, $p=0.045$ y $\chi^2_1=7.19$, $p=0.0073$, respectivamente), mientras que las parcelas que tuvieron menor densidad de aves fueron la 2 ($\chi^2_1=4.4$, $p=0.036$) y la 7 ($\chi^2_1=3.88$, $p=0.0488$). En el "Charco verde" las parcelas que tuvieron mayor densidad de aves fueron la 5 ($\chi^2_1=6.41$, $p=0.011$) y la 6 ($\chi^2_1=25.88$, $p<0.0001$).

3.2.3 Densidad de aves por gremios

Durante la primavera, cuando la mayoría de las plantas se encuentra sin follaje, las aves granívoras (gr), las granívoro-insectívoras (grin), las insectívoras al vuelo (invu) y las insectívoras de corteza (inco) fueron los gremios con mayores densidades en ambos sitios (Fig. 13a).

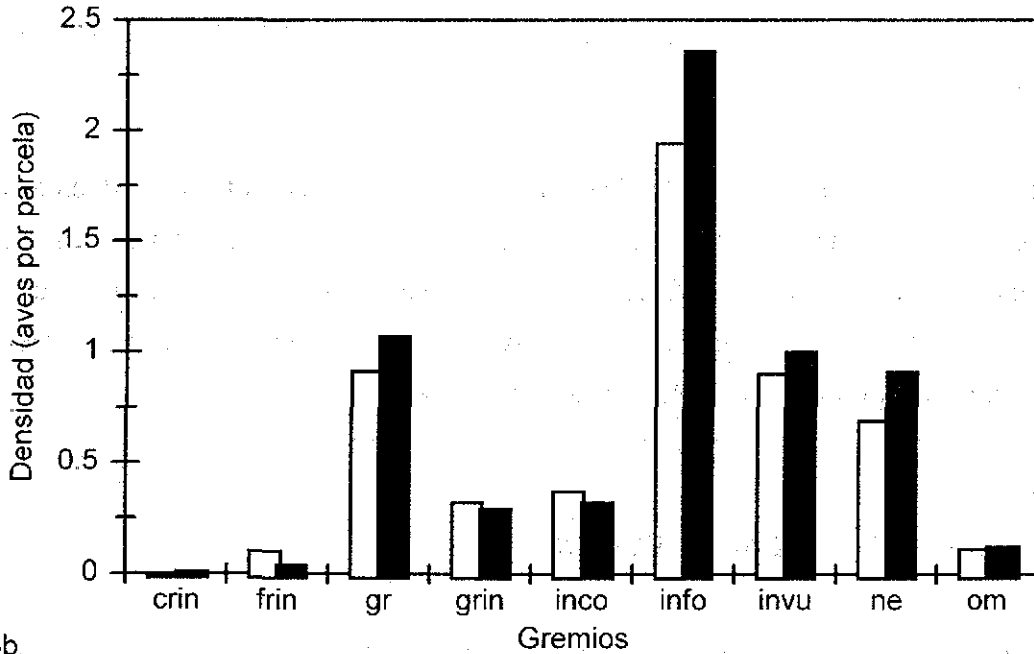
Las aves insectívoras más abundantes fueron las insectívoras de corteza, seguidas por las insectívoras al vuelo y las insectívoras de follaje (info), estas últimas registraron la menor densidad dentro de este grupo en ambos sitios (Fig. 13a).

Primavera



13a

Otoño



13b

Figuras 13a y 13b. Densidad de aves por gremio. □ Caracol ■ Charco verde
 Gremios: crin= carnívoro-insectívoras, fr= frugívoras, frin= frugívoro-insectívoras, gr= granívoras, grin= granívoro-insectívoras, inco= insectívoras de corteza, info= insectívoras de follaje, invu= insectívoras al vuelo, ne= nectarívoras, om= omnívoras.

En esta época se detectaron diferencias en la densidad de aves insectívoras de corteza entre los sitios de trabajo ($t_9=4.26$, $p=0.0021$), de frugívoras (fr) ($t_9=-4.71$, $p=0.001$) y de insectívoras al vuelo ($t_9=3.142$, $p=0.012$). Todas ellas fueron más abundantes en el "Caracol" (Fig. 13a).

En el otoño, las aves insectívoras de follaje fueron las más abundantes, seguidas por las granívoras, las nectarívoras (ne) y las insectívoras al vuelo (Fig. 13b). No se encontraron diferencias significativas en la densidad por pares de gremios entre sitios.

En lo que respecta a las aves insectívoras en esta época, las insectívoras de follaje fueron más abundantes que las insectívoras de corteza y que las insectívoras al vuelo (Fig. 13b).

Los análisis de varianza de dos factores (sitio y época) mostraron la existencia de diferencias significativas entre estaciones en la densidad de todos los gremios de aves excepto el de las insectívoras al vuelo, que mantuvieron estables sus densidades entre estaciones: frugívoro-insectívoras ($F_{1,36}=5.127$, $p=0.029$), granívoras ($F_{1,36}=15.55$, $p=0.0003$), granívoro-insectívoras ($F_{1,36}=38.74$, $p<0.0001$), insectívoras de follaje ($F_{1,36}=38.186$, $p<0.0001$), nectarívoras ($F_{1,36}=12.06$, $p=0.0013$) y omnívoras ($F_{1,36}=30.797$, $p<0.0001$).

En el caso de las frugívoras y de las insectívoras de corteza se detectaron diferencias en la densidad entre sitios y entre estaciones, con una interacción significativa entre estas variables ($F_{1,36}=23.108$, $p<0.0001$ y $F_{1,36}=13.48$, $p<0.001$, respectivamente), lo que indica que la abundancia de estas aves responde no solo a los cambios estacionales sino también a las diferencias entre sitios.

3.3 RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES

Como se indicó anteriormente, el "Caracol" tuvo una riqueza de 29 especies y el "Charco verde" de 24 en la primavera, mientras que en otoño se registraron 24 especies en el primero y 25 en el segundo (Cuadro 7). Las pruebas de Mann-Whitney revelaron que no hubo diferencias en la riqueza específica entre sitios ni en primavera

III. Resultados 3. Estructura de las Comunidades de Aves

($U_{10,10}=40$, $p=0.47$) ni en otoño ($U_{10,10}=42$, $p=0.596$). Tampoco se encontraron diferencias estacionales dentro de sitios en el "Caracol" ($U_{10,10}=37$, $p=0.343$) ni en el "Charco verde" ($U_{10,10}=42$, $p=0.57$).

En cuanto a la diversidad de especies de aves, el "Caracol" tuvo un valor de 2.79 y el "Charco verde" de 2.69 en la primavera. En el otoño el "Caracol" tuvo una diversidad de 2.70 y el "Charco verde" de 2.75 (Cuadro 7). La prueba de Hutcheson para índices de diversidad mostró que no hay diferencias en la diversidad de especies entre sitios ni en primavera ($t_{1217}=1.89$, $p=0.058$) ni en otoño ($t_{1122}=1.054$, $p=0.29$).

Cuadro 7. Densidad, diversidad y riqueza de aves por parcela.

*dst= desviación estándar.

Parcela	Primavera				Otoño				
	Densidad (dst)	Diversidad	Riqueza	Equitatividad	Densidad (dst)	Diversidad	Riqueza	Equitatividad	
Caracol	1	7.4 (1.43)	2.61	18	0.90	6.8 (2.14)	1.83	12	0.74
	2	5.2 (1.72)	1.94	11	0.81	3.8 (1.40)	2.11	11	0.88
	3	9.1 (2.55)	2.61	17	0.92	7.3 (2.24)	2.29	14	0.87
	4	4.8 (2.32)	2.54	16	0.91	4.7 (3.26)	2.43	14	0.92
	5	5.9 (2.77)	2.24	13	0.87	6.4 (1.80)	2.43	17	0.86
	6	5.4 (1.20)	2.43	15	0.90	4.3 (1.68)	2.53	16	0.91
	7	6.6 (2.24)	2.58	17	0.91	3.9 (2.26)	2.31	12	0.93
	8	6.2 (0.87)	2.25	14	0.85	7.0 (2.72)	2.15	17	0.76
	9	6.6 (2.11)	2.43	17	0.86	5.0 (2.72)	2.14	13	0.83
	10	6.2 (1.83)	2.11	12	0.85	4.2 (2.32)	2.43	14	0.92
Total	6.34 (1.17)	2.79	29	0.81	5.34 (1.31)	2.70	24	0.86	
Charco verde	1	3.6 (1.43)	2.35	13	0.92	5.1 (0.94)	1.83	11	0.76
	2	5.0 (2.41)	2.45	15	0.91	4.9 (1.92)	2.07	12	0.83
	3	6.9 (2.30)	2.46	15	0.91	7.2 (2.86)	2.44	16	0.88
	4	7.3 (1.00)	2.66	18	0.92	4.9 (2.43)	2.63	16	0.95
	5	5.5 (2.29)	2.22	13	0.87	8.1 (2.59)	2.25	15	0.83
	6	8.7 (1.90)	2.58	18	0.89	10.1 (4.57)	2.54	18	0.88
	7	5.1 (1.37)	2.23	13	0.87	5.7 (2.15)	2.39	15	0.88
	8	4.8 (2.09)	2.20	12	0.89	5.0 (2.19)	1.93	13	0.75
	9	7.0 (1.79)	1.89	11	0.79	5.2 (1.72)	2.33	14	0.88
	10	4.9 (1.76)	1.74	13	0.68	5.0 (2.79)	2.37	15	0.87
Total	5.88 (1.45)	2.69	24	0.85	6.12 (1.69)	2.75	25	0.88	

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

4. RELACIONES ECOLÓGICAS DE LAS AVES

4.1 DENSIDAD DE AVES Y ESTRUCTURA DEL HÁBITAT

Para las dos estaciones estudiadas (primavera y otoño), se analizaron las correlaciones entre los valores de densidad y de diversidad de las aves y los principales indicadores de la estructura del hábitat (cobertura, densidad, riqueza específica, diversidad de estratos y de especies vegetales) de cada una de las parcelas comparando los sitios de trabajo.

Primavera

En el "Caracol" solo fue significativa la correlación entre la densidad total de aves con la densidad vegetal total, con la cobertura total, y con la densidad de plantas suculentas (Cuadro 8).

En este mismo sitio se encontraron correlaciones significativas entre la densidad de las aves insectívoras de corteza con la densidad del estrato arbóreo, con la diversidad de

estratos foliares y con la densidad de árboles deciduos de hojas anchas, mostrando su preferencia por áreas de vegetación densa y con mayor cobertura del dosel. Las aves granívoro-insectívoras tuvieron correlaciones significativas con la densidad de arbustos deciduos de hojas pequeñas. Las aves nectarívoras y las omnívoras, por su parte, se relacionaron significativamente con la densidad de las plantas suculentas, principalmente con el pitayo *Stenocereus sp.* (Cuadro 8)

En el "Charco verde" no se encontraron correlaciones significativas entre la densidad total de aves y alguna de las variables de estructura del hábitat; lo mismo ocurrió con la diversidad de especies de aves. En este sitio, las aves que mostraron tener relaciones significativas con alguna forma de crecimiento o estrato de follaje fueron las insectívoras de follaje y las omnívoras con la densidad de arbustos deciduos de hojas pequeñas y las insectívoras al vuelo con los árboles deciduos de hojas pequeñas (Cuadro 8).

Otoño

En el otoño, tampoco se encontró alguna relación entre los indicadores de la estructura del hábitat con la densidad y la diversidad de aves en el "Charco verde", pero en el "Caracol" se hubo una correlación significativa entre la densidad vegetal total y la densidad total de aves (Cuadro 8).

Durante el muestreo de otoño, cuando todas las plantas todavía presentaban follaje, se encontraron relaciones diferentes, entre la densidad de aves y las formas de crecimiento y entre la densidad de aves y la estratificación, a aquellas encontradas en la primavera. En el "Caracol" se encontraron relaciones positivas de las aves nectarívoras con los arbustos deciduos de hojas pequeñas y con el estrato bajo, los frugívoro-insectívoros con los árboles perennes de hojas pequeñas, los granívoro-insectívoros con las plantas suculentas, y los omnívoros con el estrato alto (Cuadro 8). En el "Charco verde" las correlaciones significativas encontradas fueron entre frugívoro-insectívoros e insectívoros de follaje con árboles deciduos de hojas pequeñas, y de insectívoros al vuelo con el estrato alto de la vegetación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Relaciones entre los principales indicadores de la estructura del hábitat y la densidad de aves.
 Sólo se muestran las relaciones significativas ($r_{0.05,8}$).

		DENSIDAD						COBERTURA				DIVERSIDAD		
		vegetal total	del estrato herbáceo	del estrato arbóreo	de arbustos deciduos de hojas pequeñas	de arbustos deciduos de hojas anchas	de árboles deciduos de hojas pequeñas	de árboles perennes de hojas pequeñas	de plantas suculentas	vegetal total	de árboles deciduos de hojas pequeñas	de árboles deciduos de hojas anchas	de plantas suculentas	de estratos foliares
Caracol	Primavera													
	Caracol													
	Densidad total de aves	0.68						0.81	0.66				0.78	
	Insectívoras de corteza			0.76	0.72									
	Granívoro-insectívoras			-0.74	0.65									
	Nectarívoras							0.86						
	Omnívoras							0.63						
	Charco verde													
	Granívoras		-0.66											
	Insectívoras de follaje				0.79		-0.79							
Insectívoras al vuelo						0.67								
Omnívoras				0.72										
Charco verde	Otoño													
	Caracol													
	Densidad total de aves	0.70												
	Frugívoro-insectívoras						0.80							
	Granívoro-insectívoras	0.68						0.84		0.84	0.90			
	Insectívoras al vuelo											-0.72		
	Nectarívoras		0.79		0.77									
	Omnívoras			0.72							0.75			
	Charco verde													
	Diversidad especies de aves					-0.74								
Frugívoro-insectívoras				-0.70		0.68			0.88					
Granívoras						-0.69								
Insectívoras al vuelo			0.88											
Insectívoras de follaje									0.66					
Omnívoras					-0.68									

4.2 ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE AVES

Se realizaron análisis de correspondencia canónica (ACC) con el programa CANOCO para evaluar la relación entre la ordenación de la vegetación y las especies de aves. La significancia de los ejes canónicos fue probada con 199 permutaciones de Monte Carlo. Para estos análisis se utilizaron valores tanto de densidad específica de las aves por parcela como los valores de la densidad del follaje de cada especie vegetal. En ambos casos, por tratarse de conteos, los valores fueron transformados a su raíz cuadrada. Todas las especies vegetales que se encontraron altamente correlacionadas con otras fueron excluidas de esta prueba.

Primavera

En el "Caracol", el ACC indicó que el primer eje fue significativo ($p=0.045$) siendo el pitayo (*Stenocereus sp.*) y el tepemezquite (*Lysiloma divaricata*) las especies más importantes de éste (Fig. 15a). A *Stenocereus sp.* se asociaron el chupaflor corona-violeta (*Amazilia violiceps*), el chupaflor pico-ancho (*Cyananthus latirostris*), el semillero brincador (*Volantina jacarina*) y el dominico (*Carduelis psaltria*); el chipe rabadilla-amarilla (*Dendroica coronata*) y el saltapared tepetatero (*Thryomanes bewickii*) a *L. divaricata* y al osote (*Ipomoea wolcottiana*), el zacatero (*Zonotrichia leucophrys*), el cuillacoche (*Toxostoma curvirostre*), el colibrí magnífico (*Eugenes fulgens*) y el mosquerito (*Empidonax sp.*) al huizache (*Acacia tortuosa*); el copetón cenizo (*Myiarchus cinerascens*) y el picogrueso azul (*Guiraca caerulea*) a *A. tortuosa*, huizache extranjero (*Acacia macilenta*), uña de gato (*Mimosa galeottii*) y tasi (*Heliocarpus appendiculatus*); el sastrecillo (*Psaltriparus minimus*) y el mosquerito lampiño (*Camptostoma imberbe*) a *M. galeottii*, la perlita gorrinegra (*Polioptila nigriceps*) a *H. appendiculatus*, y al copal blanco (*Bursera sp.*) se asoció el saltapared sinaloense (*Thryothorus sinaloa*) (Fig 15a).

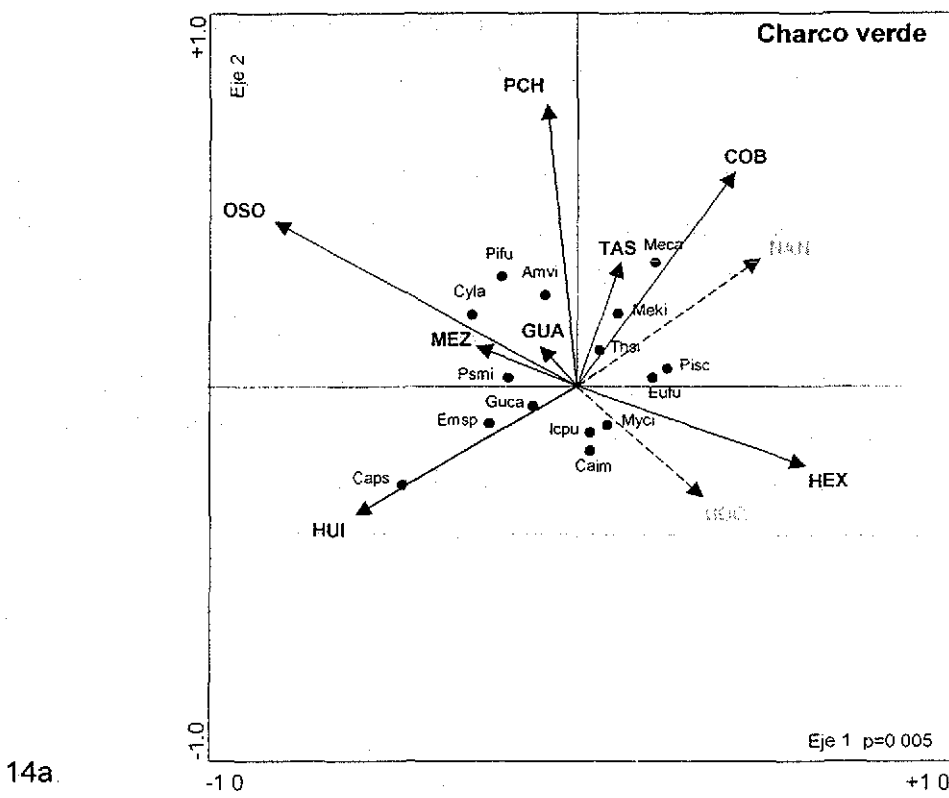
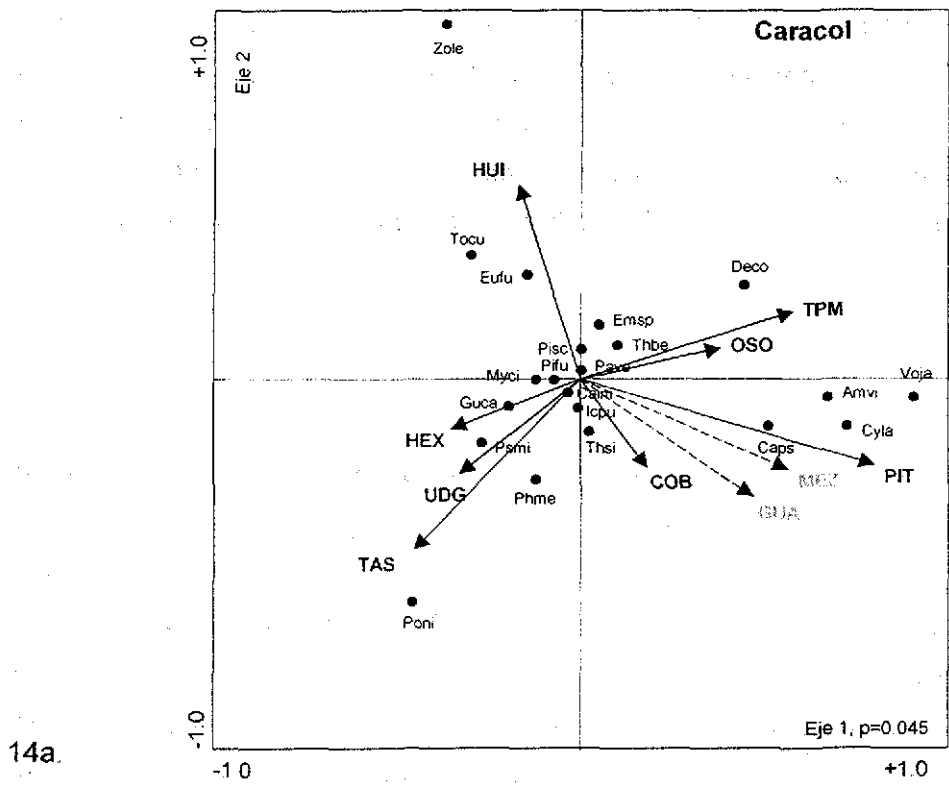
La prueba de Monte Carlo del ACC para el "Charco verde" indicó que el primer eje también fue significativo ($p=0.005$). *I. wolcottiana* fue la planta más importante de este eje. Las especies *M. cinerascens*, *C. imberbe* y la calandria de fuego (*Icterus pustulatus*), se asociaron al mezquite (*Prosopis laevigata*), *M. galeottii*, *A. tortuosa* y *A. macilenta*; el mulato azul (*Melanotis caerulescens*), el rascador llanero (*Melospiza*

kienerii) y *T. sinaloa* a *H. appendiculatus*, al copal blanco (*Bursera sp.*) y al nanche (*Byrsonima sp.*), *E. fulgens* y el carpintero listado (*Picoides scalaris*) a *A. macilenta* y a *Byrsonima sp.*; *A. violiceps*, el rascador arroyero (*Pipilo fuscus*) y *C. latirostris* al pochote (*Ceiba acuminata*) y a *I. wolcottiana*; *P. minimus* a *P. laevigata* y a la guácima (*Guazuma ulmifolia*), y las especies *C. psaltria* y *Empidonax sp.* a *A. tortuosa* (Fig. 15b).

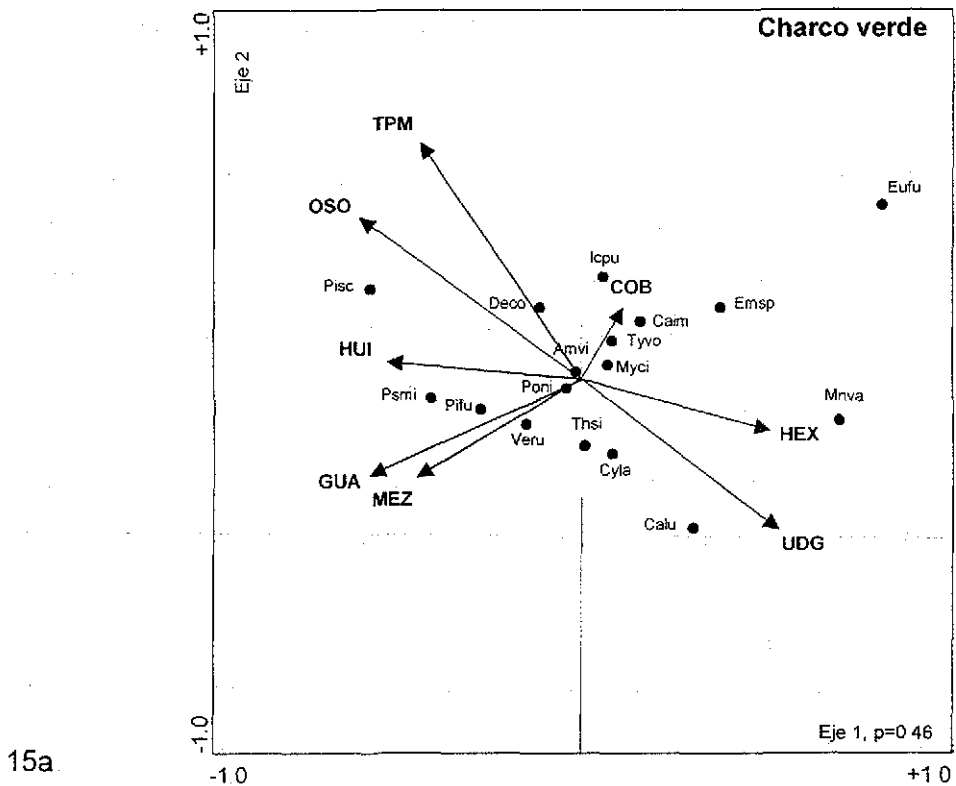
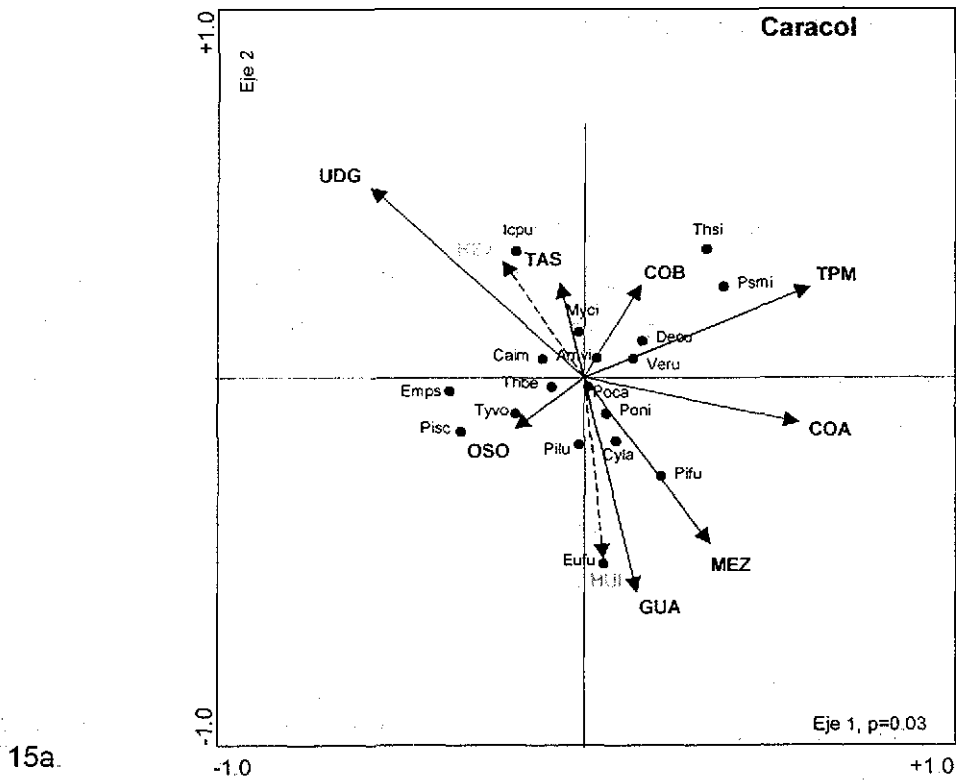
Otoño

Los resultados del ACC muestran que el primer eje de ordenación es significativo ($p=0.03$) para los resultados del "Caracol" en el otoño. La planta más importante en este eje fue *M. galeottii*. Las especies *P. fuscus*, *C. latirostris*, *P. nigriceps* y la perлита grisilla (*P. caerulea*) se asociaron a *P. laevigata* y a *G. ulmifolia*; la piranga cabeciroja (*Piranga ludoviciana*) y *E. fulgens* a *A. tortuosa*; *Empidonax sp.*, *P. scalaris* y el churio (*Tyrannus vociferans*) a *I. wolcottiana*; *C. imberbe* a *M. galeottii*; *D. coronata*, la chirinita de moño (*Vermivora ruficapilla*) y *P. minimus* al tepemezquite (*L. divaricata*); *T. sinaloa* al copal blanco (*Bursera sp.*). Por último, el mosquero *M. cinerascens* se asoció a *A. macilenta*, a *H. appendiculatus* y al copal blanco (Fig. 16a).

El ACC para el "Charco verde" no tuvo ningún eje significativo. Sin embargo, se puede observar en la figura 16b que la planta más importante fue el tepemezquite. La especie *D. coronata* se asoció con esta planta; *P. scalaris* a *I. wolcottiana*, *P. minimus* a *A. tortuosa* y a *G. ulmifolia*; *P. fuscus*, *V. ruficapilla* y *P. nigriceps* a *G. ulmifolia* y a *P. laevigata*; *T. sinaloa*, *C. latirostris* y la tijereta norteña (*Calothorax lucifer*) a *M. galeottii*, el chipe trepador (*Mniotilta varia*) a *A. macilenta*; *T. vociferans*, *C. imberbe*, *Empidonax sp.* e *I. pustulatus* al copal blanco (*Bursera sp.*). Una vez más, el mosquero *M. cinerascens* se asoció a *A. macilenta*, y al copal blanco (Fig. 16b).



Figuras 14a y 14b. Diagramas de ordenación del análisis de correspondencia canónica (Primavera). Las flechas punteadas corresponden a especies que no fueron incluidas en el análisis. Las claves en mayúscula corresponden a las plantas y en minúscula a las aves. Ver Anexos 1 y 2 para las abreviaciones.



Figuras 15a y 15b. Diagramas de ordenación del análisis de correspondencia canónica (Otoño). Las flechas punteadas corresponden a especies que no fueron incluidas en el análisis. Las claves en mayúscula corresponden a las plantas y en minúscula a las aves. Ver Anexos 1 y 2 para las abreviaciones.

4.3 ÍNDICES DE PREFERENCIA VEGETAL

Primavera

En el "Caracol", la planta preferida por las aves granívoro-insectívoras, nectarívoras y omnívoras fue el pitayo (*Stenocereus sp.*). Por el contrario, el huizache (*A. tortuosa*), fue la planta menos visitada por las aves nectarívoras, insectívoras de corteza y omnívoras (Cuadro 9a) En el "Charco verde", en donde la presencia de pitayo es nula, las aves nectarívoras tuvieron preferencia por *C. acuminata* (Cuadro 9a).

En ambos sitios, las aves granívoro-insectívoras y las omnívoras seleccionaron al mezquite (*P. laevigata*) para buscar y consumir alimento.

Dentro de los insectívoros de corteza, en el "Caracol" *P. scalaris* también tuvo preferencia significativa por *Stenocereus sp.* así como por la guácima (*G. ulmifolia*) e *I. wolcottiana* El saltapared *T. bewickii* por *P. laevigata* y por el copal blanco (*Bursera sp.*). En el "Charco verde", el nanche (*Byrsonima sp.*) fue preferido por el saltapared *T. sinaloa*.

En el "Caracol", *P. nigriceps* mostró una preferencia significativa por *G. ulmifolia* y *H. appendiculatus* para forrajear; mientras que *P. minimus*, además de *G. ulmifolia*, prefirió a *P. laevigata* tanto en el "Caracol" como en el "Charco verde". Por su parte, *C. imberbe* prefirió a la uña de gato (*M. galeottii*) en ambos sitios. Adicionalmente, en el "Charco verde" seleccionó a *A. tortuosa* y *P. laevigata* (Cuadro 9a)

Las aves insectívoras de follaje no utilizaron de manera significativa al un gran número de especies, tales como *A. macilenta*, *I. wolcottiana*, *H. appendiculatus* y *L. divaricata*.

El mosquero *M. cinerascens* tuvo preferencia por *A. tortuosa* en el "Charco verde" y por *A. macilenta* en el "Caracol" Otra ave insectívora al vuelo, *Empidonax sp.*, de la cual se tienen observaciones solamente en el "Charco verde", tuvo preferencia por *A. tortuosa* y por *P. laevigata* (Cuadro 9a).

Otoño

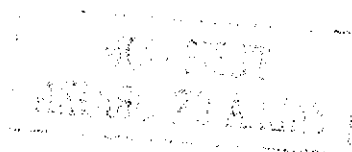
Durante el otoño, con el cambio de la fenología vegetal, las preferencias de las aves por cierto tipo de plantas cambiaron de manera notoria. Las aves insectívoras de follaje se hicieron más abundantes al tiempo que las insectívoras de corteza disminuyeron en abundancia. (ver Figs. 13a y 13b).

Las aves nectarívoras cambiaron su preferencia hacia el osote (*I. wolcottiana*) en ambas localidades. En el "Charco verde", adicionalmente, seleccionaron a *C. acuminata* y a una planta parásita de *M. galeottii* no identificada (Cuadro 9b). El carpintero *P. scalaris*, también mostró preferencia por *I. wolcottiana*, al igual que lo hizo durante primavera.

En el "Caracol", los insectívoros de follaje mostraron preferencia por un grupo más variado de plantas que en el "Charco verde" (Cuadro 9b). Las especies *D. coronata* y *V. ruficapilla*, prefirieron a *L. divaricata* en ambos sitios. En el "Charco verde" las dos especies de aves seleccionaron *P. laevigata*. En el "Caracol", adicionalmente, *V. ruficapilla* mostró preferencia por *G. ulmifolia*. *P. minimus* también tuvo preferencia por el *L. divaricata* en el "Caracol" y en el "Charco verde" por *A. tortuosa*. *C. imberbe* forrajeó de manera significativa en *M. galeottii* en ambas localidades de trabajo (Cuadro 9b).

En ambos sitios, *P. nigriceps* utilizó significativamente a *G. ulmifolia* y *P. laevigata*, mientras que *P. caerulea* utilizó a *P. laevigata* y a *H. appendiculatus*, en el "Charco verde", y a *G. ulmifolia* en el "Caracol" (Cuadro 9b).

El churío *T. vociferans*, que fue más abundante en el "Charco verde", utilizó de manera significativa a *P. laevigata* como plataforma para capturar insectos voladores. Por su parte, *M. cinerascens* prefirió al copal blanco (*Bursera sp.*) para alimentarse de sus frutas y de sus artrópodos. En el "Caracol", además, tuvo preferencia por *H. appendiculatus* (Cuadro 9b).



Cuadro 9a. Preferencia vegetal de las aves en primavera.

Sólo se muestran las preferencias significativas (χ^2). Las relaciones positivas se simbolizan con "+" y las negativas con "-". Niveles de significancia (\pm) $p < 0.05$, ($\pm\pm$) $p < 0.001$ y ($\pm\pm\pm$) $p < 0.0001$.

Plantas: COB= *Bursera sp.*, GUA= *G. ulmifolia*, HEX= *A. macilenta*, HUI= *A. tortuosa*, MEZ= *P. laevigata*, NAN= *Byrsonima sp.*, OSO= *I. wolcottiana*, PCH= *C. acuminata*, PIT= *Stenocereus sp.*, TPM= *Lysiloma divaricata*, UDG= *M. galeottii*.

CARACOL

AVES	n	COB	GUA	HEX	HUI	MEZ	NAN	OSO	PIT	TAS	UDG
Nectarívoros	34				--				+++		
<i>Amazilia violiceps</i>	14				-				+++		
<i>Cyananthus latirostris</i>	9				-				+++		
<i>Eugenes fulgens</i>	11			++					+++		
Insectívoros de corteza	30	+	+		--	+		+++	+++		
<i>Picoides scalaris</i>	19		++		--			+++	+++		
<i>Thryomanes bewickii</i>	11	+++				++					
Insectívoros al vuelo	32			+							
<i>Myiarchus cinerascens</i>	20			+++							
Insectívoros de follaje	61		+++			+++				+	
<i>Camptostoma imberbe</i>	13										++
<i>Poloptila nigriceps</i>	9		+++							+++	
<i>Psaltriparus minimus</i>	32		+++			+++					
Granívoro-insectívoros	21					+++			+++		
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	10				+						
Omnívoros	26				--	+++			+++		
<i>Icterus pustulatus</i>	16				--	+++			+++		

CHARCO VERDE

AVES	n	GUA	HEX	HUI	MEZ	NAN	OSO	PCH	TAS	TPM	UDG
Nectarívoros	44		--					+++		-	
<i>Amazilia violiceps</i>	15							+++			
<i>Cyananthus latirostris</i>	14							+++			
<i>Eugenes fulgens</i>	15							+++			
Insectívoros de corteza	16					+					
<i>Thryothorus sinaloa</i>	14					+					
Insectívoros al vuelo	36			+++	+++						
<i>Empidonax sp</i>	16			+++	+++						
<i>Myiarchus cinerascens</i>	20			++							
Insectívoros de follaje	46	+++	-	+	+++					-	+
<i>Camptostoma imberbe</i>	23			++	+++						+++
<i>Psaltriparus minimus</i>	23	+++			+++						
Granívoro-insectívoros	20				+++				+		
<i>Guiraca caerulea</i>	11				+++						
<i>Melospiza kieneri</i>	9				+++				+++		
Omnívoros	14			+	+++						
<i>Icterus pustulatus</i>	14			+	+++						

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cuadro 9b. Preferencia vegetal de las aves en otoño.

Sólo se muestran las preferencias significativas (χ^2). Las relaciones positivas se simbolizan con "+" y las negativas con "-". Niveles de significancia (\pm) $p < 0.05$, ($\pm \pm$) $p < 0.001$ y ($\pm \pm \pm$) $p < 0.0001$.

Plantas CAB= *Randia sp.*, COB= *Bursera sp.*, GUA= *G. ulmifolia*, HEX= *A. macilenta*, HUI= *A. tortuosa*, MEZ= *P. laevigata*, NAN= *Byrsonima sp.*, OSO= *I. wolcottiana*, PCH= *C. acuminata*, TAS= *H. appendiculatus*, TPM= *Lysiloma divaricata*, UDG= *M. galeottii*, PAR= parásita

CARACOL

AVES	n	CAB	COB	GUA	HEX	HUI	MEZ	NAN	OSO	TAS	TPM
Nectarívoros	21								+++		
<i>Amazilia violiceps</i>	10								+++		
<i>Cyananthus latirostris</i>	11								+++		
Insectívoros de corteza	9						+		++		
<i>Picoides scalaris</i>	9						+		++		
Insectívoros al vuelo	21		++							++	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	21		++							++	
Insectívoros de follaje	133	-		+++	+	---	+	-			+++
<i>Camptostoma imberbe</i>	17										
<i>Dendroica coronata</i>	27					-	+				+++
<i>Poloptila caerulea</i>	29			+							
<i>Poloptila nigriceps</i>	28			+++			++				
<i>Psaltriparus minimus</i>	9										+
<i>Vermivora ruficapilla</i>	23			++		-					+++

CHARCO VERDE

AVES	n	COB	GUA	HUI	MEZ	OSO	PCH	TAS	TPM	UDG	PAR
Nectarívoros	23			-		+++	++				++
<i>Calothorax lucifer</i>	8					+					+++
<i>Cyananthus latirostris</i>	8					+++					+
Insectívoros al vuelo	29	+++			+++						
<i>Myiarchus cinerascens</i>	21	+++									
<i>Tyrannus vociferans</i>	8				+++						
Insectívoros de follaje	206				+++	-			+++		
<i>Camptostoma imberbe</i>	13									++	
<i>Dendroica coronata</i>	67			--	++				+++		
<i>Poloptila caerulea</i>	40				++			+			
<i>Poloptila nigriceps</i>	35		+		+						
<i>Psaltriparus minimus</i>	28			+							
<i>Vermivora ruficapilla</i>	17				+++				+++		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.4 ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL

Se analizaron los contenidos estomacales de 7 aves insectívoras capturadas en la primavera y de 25 capturadas en el otoño. En la primavera se analizaron los contenidos estomacales de cinco individuos de la especie *M. cinerascens* y dos de *D. coronata*. En otoño se analizaron los contenidos estomacales de individuos de las especies *C. imberbe*, *D. coronata*, *M. cinerascens*, *P. minimus*, *P. nigriceps* y *V. ruficapilla* (Cuadro 10).

Los artrópodos más frecuentes en los contenidos estomacales de las aves capturadas en primavera fueron Araneae, Hemiptera y Coleoptera; siendo el primero el orden más consumido por la mayoría de las aves capturadas (Cuadro 10).

En esta época, los individuos de la especie *D. coronata* consumieron arañas, dípteros, hemípteros y homópteros; mientras que el mosquito *M. cinerascens* consumió, además, coleópteros y frutos de copal (*Bursera sp.*)

En el otoño los artrópodos más depredados por las aves pertenecen a los órdenes Araneae, Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera y Coleoptera, mientras que Diptera e Hymenoptera fueron muy poco frecuentes (Cuadro 10). Todos los lepidópteros identificados se encontraban en estado larvario excepto por un individuo adulto encontrado en un contenido estomacal de *P. nigriceps*.

Las arañas fueron uno de los grupos de artrópodos del follaje más numerosos y se presentaron en casi todas las especies vegetales durante las dos épocas en que se realizaron los muestreos. Los análisis de contenido estomacal indicaron que, junto con hemípteros y homópteros, fueron también el grupo más depredado por las aves insectívoras, incluyendo a aves insectívoras al vuelo como *M. cinerascens*. Los lepidópteros también fueron un grupo muy importante en la dieta de las aves insectívoras durante el otoño.

Por el contrario, los himenópteros, que fueron muy abundantes durante ambas épocas del año, y cuya presencia en diferentes especies vegetales fue amplia, no fueron depredados de manera importante por las aves. La presencia de este grupo en los

contenidos estomacales fue muy escasa. Esto puede deberse a que, aun cuando los muestreos indicaron que se trató de un grupo muy numeroso (constituido por hormigas principalmente) la biomasa de estos fue muy baja, probablemente esta fue la razón por la que las aves no los seleccionaron como alimento.

Durante el otoño las aves que consumieron el mayor número de lepidópteros pertenecieron a las especies visitantes de invierno *D. coronata* y *V. ruficapilla* y a la migratoria altitudinal *P. minimus*, estas especies son insectívoras de follaje y con preferencias muy marcadas por el consumo de estos artrópodos, que a su vez estuvieron muy relacionados con *L. divaricata*.

El mosquero *C. imberbe* y *D. coronata* consumieron principalmente arañas, hemípteros, homópteros y lepidópteros. Las perlitas *P. caerulea* y *P. nigriceps*, así como el sastrecillo *P. minimus* y el chipe *V. ruficapilla*, también consumieron estos artrópodos, pero adicionalmente, se encontraron coleópteros en sus regurgitaciones. *P. caerulea*, que tuvo una dieta más variada, incluyó algunos dípteros e himenópteros. En los contenidos estomacales de *M. cinerascens* se encontraron arañas, hemípteros, himenópteros y semillas de copal.

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A pesar de las variaciones estacionales en la disponibilidad de alimento, las densidades de aves, la riqueza y la diversidad de especies no sufrieron cambios significativos. Sin embargo, existió una notoria variación en la densidad de los gremios alimenticios. Durante la primavera se observó una densidad muy alta de aves granívoras, sobre todo de la tórtola *Columbina passerina*, la cual fue la especie más abundante de todas en esta época. El gremio de las granívoro-insectívoras ocupó el segundo lugar en densidad e influyó de manera importante en la densidad total de aves. Ambos gremios, disminuyeron sus densidades significativamente en el otoño. Posiblemente, los cambios en las densidades de estos gremios se deben a que en la época seca hay una mayor presencia de semillas de gramíneas y de otras plantas que durante la época húmeda. Las aves omnívoras también disminuyeron significativamente sus densidades durante el otoño.

Cuadro 10. Análisis de contenido estomacal de aves.

Se representan los artrópodos encontrados en las regurgitaciones de las aves capturadas durante las dos épocas del año

Sitios: C= Caracol y V= Charco verde • fragmentos reconocidos de al menos un individuo,

•• fragmentos reconocidos de más de un individuo.

PRIMAVERA

Aves capturadas	Araneae	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Homoptera	Semillas	Sitio
<i>Dendroica coronata</i>	•		••	•	•		○
<i>Dendroica coronata</i>	••				•		○
<i>Icterus pustulatus</i>	••			•			○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	••	•	•			••	○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	••		•	•		•	○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	••	••		•			○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	•	••		•			○
<i>Myiarchus cinerascens</i>		•		•		••	○

OTOÑO

Aves capturadas	Araneae	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Homoptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Semillas	Sitio
<i>Camptostoma imberbe</i>	•				••	•	•		○
<i>Camptostoma imberbe</i>				••	•		•		○
<i>Camptostoma imberbe</i>	••			••			••		○
<i>Dendroica coronata</i>	••						••		○
<i>Dendroica coronata</i>	••				•		••		○
<i>Dendroica coronata</i>	••			•			••		○
<i>Dendroica coronata</i>	•			•	•		••		○
<i>Myiarchus cinerascens</i>				•		•			○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	•			••				••	○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	•			••				••	○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	••			••				••	○
<i>Myiarchus cinerascens</i>	••			••				•	○
<i>Polioptila caerulea</i>	••	•		••	••				○
<i>Polioptila caerulea</i>	••			•	••		•		○
<i>Polioptila caerulea</i>	••	•		•	••		•		○
<i>Polioptila caerulea</i>	•	••		••	•				○
<i>Polioptila nigriceps</i>		••		•	•				○
<i>Polioptila nigriceps</i>	•			••	••		•		○
<i>Polioptila nigriceps</i>	••	•		••	••		••		○
<i>Polioptila nigriceps</i>	••		•	••	••		••		○
<i>Polioptila nigriceps</i>	••	•		••	•		•		○
<i>Psaltriparus minimus</i>	••	•		•	•		•		○
<i>Psaltriparus minimus</i>	••	•		•	•		•		○
<i>Psaltriparus minimus</i>	••			•	•		•		○
<i>Vermivora ruficapilla</i>	••	•		•	••		••		○
<i>Vermivora ruficapilla</i>	••	•		•	••	•	••		○
<i>Vermivora ruficapilla</i>	•			•	••		••		○

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En lo que respecta a las aves insectívoras, su densidad fue menor en la época seca que en la húmeda, como era de esperarse de acuerdo con la abundancia del alimento potencialmente disponible. Mientras que se registró un aumento significativo en la densidad de aves insectívoras de follaje entre la época seca y la húmeda, pasó lo contrario con las densidades de aves insectívoras de corteza, las cuales disminuyeron significativamente.

Las aves insectívoras al vuelo, entre las que sobresalen el papamoscas copetón cenizo *M. cinerascens* y el mosquerito *Empidonax sp.* no variaron sus densidades de manera importante de una estación a otra.

En el caso particular de las aves insectívoras de follaje, sus densidades respondieron a los cambios en la fenología foliar, incrementándose durante la época húmeda del año y disminuyendo en la época seca. Lo anterior permite suponer que el aumento en las densidades de estas aves está relacionado indirectamente con la presencia de follaje y de manera directa con la abundancia de artrópodos.

Las aves nectarívoras respondieron principalmente a las variaciones estacionales en la distribución y la abundancia de flores de cactáceas, de algunos árboles y de plantas parásitas y trepadoras, aunque en algunas ocasiones se les vio consumiendo artrópodos en el follaje y en el aire. Estas aves nectarívoras, mostraron una notoria relación con la presencia de *Stenocereus sp.* y de *C. acuminata*, su preferencia por estas plantas fue significativa durante la primavera (cuadro 9a). En el otoño, la distribución de estas aves se relacionó con *I. wolcottiana* y con plantas trepadoras no identificadas. La presencia de flores durante ambas estaciones fue determinante en su distribución. La ubicación del dominico (*C. psaltria*) y del semillero brincador (*V. jacarina*) también se relacionó con *Stenocereus sp.* en la primavera. Estas aves fueron vistas consumiendo semillas de los frutos de esta planta.

El ACC indicó que la distribución primaveral del zacatero mixto (*Z. leucophrys*) está determinada por la presencia del huizache hacia las áreas más perturbadas, planta por la que mostró preferencia para la obtención de semillas y de artrópodos del follaje. Esta ave se encontró fuera de las zonas de estudio en áreas de cultivo y de vegetación

secundaria durante el otoño. Posiblemente, la presencia de esta ave puede servir como un indicador de perturbación.

Otra especie granívoro-insectívora, el picogrueso azul (*G. caerulea*), que se registro en ambas localidades durante la primavera, se distribuyó hacia las zonas de árboles y arbustos de hojas pequeñas como *P. laevigata*, *A. tortuosa*, *M. galeottii* y burseras, tuvo preferencia significativa por *M. galeottii* y *P. laevigata* para la búsqueda de alimento, consumiendo vainas y semillas, así como artrópodos del follaje. Durante el otoño esta especie no se registro dentro de los sitios de trabajo pero se observó forrajeando semillas y artrópodos dentro de las áreas de cultivo, principalmente en cultivos de sorgo o milo.

En la época seca, en el "Caracol", *I. pustulatus*, se ubicó hacia las zonas con vegetación más alta con *I. wolcottiana*, *G. ulmifolia*, *P. laevigata* y *Stenocereus sp*, teniendo una gran preferencia de forrajeo por estos últimos dos árboles, donde se le encontró consumiendo arañas y hemípteros de *P. laevigata*, y semillas de los frutos de *Stenocereus sp*. En el "Charco verde" se ubicó hacia las zonas de *A. tortuosa*, *P. laevigata* y *M. galeottii*, mostrando preferencia por las dos primeras plantas. Aunque estuvo presente, no se obtuvo información suficiente para establecer una relación entre su distribución y el alimento en el otoño.

Como se mencionó anteriormente, las aves insectívoras de corteza se relacionaron con la cobertura del estrato arbóreo y con la diversidad de estratos foliares, esto corresponde con su distribución y con sus hábitos alimenticios. Estas aves seleccionaron áreas con una gran cantidad de ramas y de estratos ya que les proporcionan una gran oportunidad de encontrar más artrópodos en un área menor, de esta manera podrían minimizar el gasto energético. Es probable que su baja densidad el otoño se deba a que el sustrato de forrajeo disminuye significativamente por la presencia del follaje, de tal manera que la probabilidad de encontrar alimento es menor. Otro integrante de este gremio, el carpintero *P. scalaris*, además, tuvo preferencia por *Stenocereus sp*. en el que se le observó comiendo artrópodos que se desplazaban por los tallos hacia las flores y frutos.

En la primavera todas las aves insectívoras de follaje se encontraron forrajeando en *P. laevigata*, *A. tortuosa* y *M. galeottii*. Todas estas son plantas arbóreas o arbustivas de hojas pequeñas y con espinas. La mayoría de estas aves tuvieron preferencia significativa por *P. laevigata*.

En la primavera, el chipe *D. coronata*, que solo se registró en el "Caracol", en algunas ocasiones forrajó en el *I. wolcottiana* y tuvo preferencia por *P. laevigata*. Su distribución se asoció con las áreas de forrajeo y con la presencia de arañas, hemípteros, homópteros y lepidópteros. En el otoño, esta especie, junto con *V. ruficapilla*, siempre se asociaron al *L. divaricata* y *P. laevigata*, plantas por las que mostraron preferencia para forrajear y en las que se alimentaban principalmente de larvas de lepidópteros (80-90 % de su dieta), arañas, hemípteros y homópteros.

La distribución de la perлита gorrinegra *P. nigriceps* y correspondió con su área de forrajeo, mostrando una gran preferencia por *G. ulmifolia* durante todo el año, por el *H. appendiculatus* en la primavera y *P. laevigata* en el otoño. Su presencia siempre se asoció con arañas, hemípteros, homópteros y lepidópteros. Lo mismo ocurre con la perлита grisilla *P. caerulea*, pero esta solo se registró en el otoño. Es notorio que estas aves insectívoras de follaje se distribuyeron evitando a otras especies más competitivas como *D. coronata* y *V. ruficapilla*.

El sastrecillo *P. minimus*, se ubicó en zonas donde la presencia *A. tortuosa*, *P. laevigata*, *M. galeottii* y *G. ulmifolia* fue mayor. Su preferencia por forrajear en *G. ulmifolia* y *P. laevigata* correspondió con su distribución en la primavera. En el otoño, aunque siguió utilizando estas plantas prefirió a *A. tortuosa* y a *L. divaricata* en búsqueda de lepidópteros, arañas, homópteros, coleópteros y hemípteros.

El mosquerito lampiño *C. imberbe*, tuvo una distribución relacionada a la presencia de *M. galeottii* y a las acacias (*A. tortuosa* y *A. macilenta*) durante todo el año. En la primavera fue visto forrajeando, adicionalmente, en *P. laevigata* y en el otoño en el copal blanco. Su preferencia siempre fue por *M. galeottii*, aunque en la época seca, además, tuvo preferencia por *A. tortuosa* y *P. laevigata*. Aunque su distribución es ubicua, estuvo relacionada con la presencia de arañas, hemípteros, homópteros y lepidópteros.

En términos generales, aunque la distribución de *M. cinerascens* fue muy ubicua, tuvo una cierta tendencia a encontrarse en áreas donde la abundancia de acacias, burseras y *M. galeottii* fuera mayor. Esta distribución coincidió con su preferencia por las acacias en la primavera y por su preferencia por el copal blanco (*Bursera sp.*) en el otoño. Alimentándose de frutos de *Bursera sp.* y de una gran variedad de artrópodos voladores y del follaje como arañas, dípteros, coleópteros, hemípteros e himenópteros. Sus tácticas de forrajeo fueron muy variadas incluyendo la pizca de artrópodos en el follaje y el revoloteo. Como se puede notar esta ave, considerada como insectívora al vuelo, es generalista y aprovecha la mayor cantidad de recursos del hábitat como le es posible.

No se tienen elementos suficientes para establecer la relación entre la distribución, la preferencia vegetal y de artrópodos de los insectívoros al vuelo *Empidonax sp.* y *T. vociferans*. Debido a que la mayor parte del tiempo capturan insectos voladores y estos insectos no tienen una ubicación tan estable como los artrópodos del follaje es difícil obtener datos de densidad y de distribución suficientes para el análisis.

IV. DISCUSIÓN

Estructura del hábitat

A pesar de que el área abarcada por cada sitio de estudio no es muy extensa, existe cierta heterogeneidad en la cobertura, la densidad, la diversidad de estratos y la fenología; esto ocurre dentro y entre sitios.

Es muy notorio que la densidad vegetal es mayor en el "Caracol" que en el "Charco verde". Esta diferencia se debe principalmente a la gran dominancia de formas arbustivas como el huizache (*Acacia tortuosa*) y la dominguilla (*Croton ciliatoglanduliferus*), así como de una mayor abundancia de plantas suculentas como el nopal (*Opuntia sp*) y el pitayo (*Stenocereus sp.*), mientras que en el "Charco verde" las plantas más dominantes fueron el huizache extranjero (*Acacia macilenta*) y los árboles tepemezquite (*Lysiloma divaricata*) y tasi (*Heliocarpus appendiculatus*).

En lo que respecta a la estratificación, se puede observar una notoria dominancia de los estratos arbustivos

A lo largo del estudio se pudieron notar algunas diferencias en la fenología foliar, floral y frutal, dentro y entre sitios. Hubo ligero retraso en la floración y frutación de las plantas en el "Charco verde" con respecto al "Caracol", así como un porcentaje de cobertura foliar menor en casi todas las especies. Las diferencias en la fenología pueden deberse principalmente a las diferencias en exposición de las laderas en las que se ubica cada localidad de trabajo. En la ladera donde se ubica el "Caracol", con orientación SE, la insolación es mayor durante las mañanas y disminuye significativamente en las tardes a causa de una sombra causada por la cima del cerro La Coronilla. En el "Charco verde", con una orientación de ladera SW, la insolación es mayor durante la tarde. Borchert (1994) describe que en este tipo de hábitat la fenología varía considerablemente entre especies y entre sitios debido a las diferencias en la disponibilidad de agua.

En general, durante el muestreo de primavera, que corresponde a la época seca, fueron las especies el huizache (*Acacia tortuosa*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*) las que tuvieron mayor cobertura foliar, y las especies *Stenocereus sp.* y *Opuntia sp.* las que presentaron mayor cantidad de flores y frutos que son atractivos para las aves.

Las diferencias estructurales de la vegetación existentes entre los sitios de trabajo pueden deberse a múltiples factores naturales o inducidos por el hombre, tales como la orientación de las laderas, la pendiente, la extensión del área, la presencia de ganado y el grado de conservación.

En el sitio denominado el "Caracol" hay una mayor influencia del hombre, hecho que se hace notar por una mayor presencia de ganado y de áreas taladas para la obtención de leña, así como la presencia estacional de cazadores de palomas. La gran abundancia de huizache y de dominguillo en este sitio puede deberse a estas actividades humanas ya que, como lo menciona Trejo (com. pers.), estas plantas son favorecidas por la alteración de estos ecosistemas.

El "Charco verde", que se encuentra en una ladera poco accesible y más alejado de los asentamientos humanos, presentan muy poca actividad humana, una menor cantidad de ganado y un menor número de cazadores furtivos de palomas. Otro hecho notorio,

es que la abundancia de huizache y de dominguilla no es tan alta como en el "Caracol", por lo que se asume que el sitio está mejor conservado.

Disponibilidad de artrópodos como alimento

El hecho de que la densidad y la biomasa de artrópodos por rama hayan sido significativamente superiores en el "Charco verde", y de que estas diferencias no fueron significativas cuando se compararon las parcelas entre sitios, implica que ambas localidades soportaron aproximadamente la misma cantidad y biomasa de artrópodos, pero en el "Charco verde" se agruparon en un número menor de plantas.

Se puede notar que la densidad de artrópodos, la biomasa y la distribución de los mismos en las diferentes especies vegetales, cambiaron drásticamente entre las dos épocas de muestreo. Este fenómeno se debió principalmente a los cambios en la fenología foliar de una estación a otra, es decir, que al haber una mayor cobertura foliar hay una mayor probabilidad de encontrar artrópodos. Esto es consistente con lo reportado por Boinski y Fower (1989), quienes analizaron los cambios estacionales en la abundancia de artrópodos en relación con la fenología foliar en una selva tropical caducifolia en Costa Rica, encontrando que hubo un aumento significativo en la abundancia de artrópodos al final de la época de lluvias cuando el follaje se encontraba plenamente desarrollado.

En la primavera, *A. tortuosa* y *P. laevigata* fueron las especies vegetales con mayor riqueza, densidad y biomasa de artrópodos alojando alrededor de 80 % de las morfoespecies registradas para esta época destacando los órdenes Hymenoptera, Araneae y Homoptera. En el otoño, cuando todas las plantas se encontraban cubiertas de hojas, éstas alojaron a una gran cantidad de artrópodos destacando el nanche, el huizache, la uña de gato y la guácima, siendo los órdenes Hemiptera, Homoptera, Araneae, Hymenoptera y Lepidoptera los mejor representados. Corcuera (1996) reporta resultados similares para las mismas zonas de muestreo.

En el muestreo de primavera los órdenes con mayor biomasa fueron Araneae, Hemiptera, y Orthoptera, mientras que en el muestreo de otoño fueron los órdenes Lepidoptera, Hemiptera y Orthoptera. Es importante hacer notar el hecho de que los

ejemplares muestreados del orden Orthoptera fueron por lo general, individuos de gran tamaño y peso; motivo por el cual se ubicaron como el orden con mayor biomasa, pero con una densidad muy baja.

Aunque la densidad y la biomasa de artrópodos son indicadores importantes en la determinación del alimento potencialmente disponible, por si solos no pueden reflejar su importancia. Por un lado, la densidad indica la cantidad de individuos presentes en un área determinada pero no representa la cantidad de alimento que puede ser aprovechado, por el otro, la biomasa indica la cantidad (en gramos) de alimento que puede ser aprovechado pero sin indicar la manera en que éste se reparte. Así que, en términos de alimento potencial no tiene el mismo valor un individuo con una peso o biomasa muy elevado que muchos individuos con un peso muy ligero, aún cuando la suma de los pesos de los individuos pequeños sea igual que el peso del individuo grande. Por esta razón, es probable que los órdenes con mayor densidad, cuyo número de individuos suma una gran biomasa, sean más importantes como alimento que los órdenes con una gran densidad y poca biomasa, y que los órdenes con gran biomasa y poca densidad. Sin embargo, como lo mencionan Cooper *et al* (1990) la abundancia y la biomasa de artrópodos no necesariamente reflejan el alimento realmente disponible para las aves, porque no todos los artrópodos en el área de forrajeo de las aves serán consumidos por éstas.

El uso de la biomasa como indicador del alimento disponible representó un problema metodológico, ya que la presencia de individuos de gran tamaño como algunos hemípteros y ortópteros (principalmente mantis y chapulines) o de un tamaño muy pequeño como las hormigas genera mucha variación en los datos. Por otra parte, no se tuvieron las herramientas necesarias para excluir o no a estos artrópodos del análisis; ya que aunque se revisaron los contenidos estomacales de algunas aves, el tamaño de la muestra fue insuficiente como para tener una idea clara de la dieta de cada una de las especies estudiadas, y por lo tanto, un criterio de exclusión de artrópodos en la medición de la biomasa.

La comunidad de aves y sus relaciones ecológicas

A pesar de las variaciones estacionales en la disponibilidad de alimento, las densidades de aves, la riqueza y la diversidad de especies no sufrieron cambios significativos. Este hecho implica que, aún cuando en la primavera hay gran escasez de artrópodos del follaje, la abundancia de artrópodos voladores y de otros recursos alimenticios como semillas, frutas y néctar, debe ser suficientemente alta para mantener a un número de aves similar al registrado en otoño.

De acuerdo con el análisis se puede afirmar que la estructura del hábitat, en general, no tuvo una influencia tan obvia en la densidad y en la diversidad de aves, por lo menos a la escala de resolución a la que se desarrolló este trabajo. Esto coincide con lo dicho por Rotenberry (1985), Bersier y Meyer (1994) y López y Moro (1997), quienes indican que a escala local la estructura del hábitat no es tan importante en la distribución de las aves como lo es la composición vegetal.

Por otra parte, los cambios en la fenología vegetal de una estación a otra influyeron de manera directa en la disponibilidad del alimento y de manera indirecta en la distribución y abundancia de aves. La presencia de néctar y frutos no solo fue atractiva para las aves que suelen consumirlos, sino para algunos artrópodos que también eran consumidos por otras aves. Indudablemente, la variación estacional en la abundancia del follaje influyó de manera directa en la abundancia de artrópodos, y como consecuencia, en la abundancia de aves insectívoras de follaje y de otras aves que complementan su dieta con artrópodos.

De acuerdo con los resultados se puede afirmar que la estructura de los gremios y de la comunidad de aves está relacionada con los cambios estacionales en la disponibilidad del alimento. Esto concuerda con los resultados de Corcuera (1996) en los que la abundancia composición y la abundancia de aves pertenecientes a diferentes gremios se relacionaron con el alimento disponible en cada estación. Hutto (1985b) también reportó que los cambios estacionales en la densidad de aves estuvieron significativamente correlacionados con la variación de primavera-otoño en la densidad de insectos.

Los análisis de correspondencia canónica (ACC), en la mayoría de los casos, revelaron la existencia de relaciones entre la distribución de las aves y la distribución de las plantas que poseen el alimento que consumen. En el caso de las aves más ubicuas, es decir, las que tienen amplia distribución dentro del hábitat, la relación entre la distribución y sus preferencias vegetales no coincidió.

En términos generales, las aves locales tuvieron una distribución más amplia dentro del hábitat, mientras que las migratorias, tanto estacionales como altitudinales, se distribuyeron en áreas específicas. Esto se confirma con los resultados de los análisis de preferencia vegetal que indicaron que las aves migratorias fueron más estrictas en la selección de los sitios de forrajeo, mostrando mayor preferencia por ciertas especies vegetales, que las aves locales, las cuales forrajearon en una mayor variedad de plantas. Esto es consistente con los resultados de Holmes y Robinson (1981) en donde las especies migratorias tuvieron preferencias muy altas por unas cuantas especies vegetales que podrían ser física o estructuralmente similares a aquellas de sus áreas de reproducción.

Las mayoría de las aves insectívoras de follaje prefirieron aquellas plantas que poseen ramas pequeñas con muchas hojas, esto posiblemente se debe a que pueden buscar en varias hojas sin tener que cambiar de substrato. Sin embargo, especies como *Dendroica coronata* y *Vermivora ruficapilla*, que tienden a usar la maniobra de revoloteo para capturar su alimento, pueden buscar en plantas en las que las ramas son más largas y separadas, al igual que en las anteriores. Estos resultados apoyan la idea de Robinson y Holmes (1984) de que las especies pizcadoras son más afectadas por las diferencias en la estructura del follaje que aquellas que revolotean para capturar presas.

Evidentemente, las aves insectívoras se distribuyeron en aquellas áreas donde se encontró el alimento, y esta distribución cambió en función de la disponibilidad del mismo; primero, guiándose por la presencia de plantas en las que se localiza el alimento que requieren, y segundo, guiándose por aquellas plantas con ciertas características estructurales (tamaño de hojas, disposición de ramas y hojas, etc.). De tal manera, que no necesariamente seleccionan a las plantas que poseen más alimento, sino a aquellas en las que el alimento que consumen es más accesible para

ellas; posiblemente esto sea de acuerdo con sus características anatómicas como lo sugiere Winkler (1985) y con su táctica de forrajeo como lo proponen Robinson y Holmes (1982), con la finalidad de gastar la menor cantidad de energía en la obtención de los recursos alimenticios

El caso de *Myiarchus cinerascens* es muy interesante, ya que aun cuando sus características de forrajeo son las de la aves insectívoras al vuelo, una gran parte del tiempo consume artrópodos del follaje e incluso frutos de *Bursera sp.* Los análisis de contenido estomacal revelaron la existencia de semillas y de artrópodos del follaje. Esta ave residente es muy común y muy ubicua, y según Holmes y Robinson (1981), este tipo de aves no muestra preferencias muy marcadas por las características del hábitat.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

V. CONCLUSIONES

- Los análisis demostraron que la estructura de las comunidades de aves de la selva baja caducifolia de Estipac, Jalisco, no está asociada con las características estructurales de la vegetación, por lo menos a la escala de resolución de este trabajo.
- Las diferencias la composición vegetal y en las proporciones de las especies vegetales son suficientes para que la distribución y la abundancia de aves varíen dentro y entre sitios.
- La ocurrencia *Stenocereus sp.* es muy importante en la distribución y abundancia de aves nectarívoras y omnívoras, principalmente, aunque otras aves también se benefician de manera indirecta por la presencia de flores y frutos de esta planta durante la primavera. Esta planta puede representar una especie clave en la conservación de las aves

V. Conclusiones

- Los cambios estacionales en la fenología vegetal son determinantes en la disponibilidad de alimento y en la estructuración de los gremios alimenticios de aves.
- La variación temporal y espacial de la disponibilidad del alimento es el factor más importante que influye directamente en la distribución y abundancia de las aves de Estipac, Jalisco
- Las aves migratorias invernales fueron especialistas tanto en la selección de los sitios de forrajeo como en la selección de artrópodos. Mientras que las aves locales utilizaron un mayor número de plantas para el forrajeo y se alimentaron de una gama más amplia de artrópodos.

VI. LITERATURA CITADA

- AOU. 2002. Check-list of North American Birds. <http://www.aou.org/aou/birdlist.htm>
- Arizmendi, M. C. 1987. Interacción entre los colibríes y su recurso vegetal en Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias UNAM, México D.F.
- Arizmendi M. C. and J. F. Ornelas. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in Mexico. *Biotropica* 22(2):172-180.
- Arizmendi, M. C., H. Berlanga, L. Márquez-Valdemar, L. Navarajo y F. Ornelas. 1990. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. *Cuadernos Inst. Biol.* (4):1-62
- Barnes, R. A. 1990. Zoología de los invertebrados. Editorial Interamericana, México, D.F., 957p.
- Berlanga, H. A. 1991. Las Aves frugívoras de Chamela, Jalisco, su recurso vegetal y su papel en la dispersión de semillas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias UNAM, México D.F.
- Bersier, L. F. y D. R. Meyer. 1994. Bird assemblages in mosaic forests: the relative importance of vegetation structure and floristic composition along the successional gradient. *Acta Oecológica*, 15(5) 561-576.
- Boinski, S. y N. L. Foeller. 1989. Seasonal patterns in tropical lowland forest. *Biotropica*, 21:223-233.
- Borchert, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology*, 75 (5):1437-1449.
- Bullock, S. H., H. A. Mooney, y E. Medina. 1995. Seasonally dry tropical forest. Cambridge University Press, Cambridge.
- CETENAL 1974a. Carta edafológica: F13-D-74 (Cocula) Escala 1:50,000.
- CETENAL 1974b. Carta de uso de suelo y vegetación: F13-D-74 (Cocula). Escala 1:50,000.
- Cooper, R. J. y R. C. Withmore. 1990. Arthropods sampling methods in ornithology. Pp 29-37, *in*: Avian foraging: theory, methodology, and applications (M. L. Morrison, *et. al.*, eds.). *Studies in Avian Biology*, 13.
- Cooper, R. J., P. J. Martinat, y R. C. Withmore. 1990. Dietary similarity among insectivorous birds: influence of taxonomic versus ecological categorization of prey. Pp 104-109. *in*: Avian foraging: theory, methodology, and applications (M. L. Morrison, *et. al.*, eds.). *Studies in Avian Biology*, 13.
- Corcuera, M. del R. P. 1996. The influence of food and vegetation on bird distribution in tropical deciduous forest and dry oak woodland in western Mexico. Doctoral dissertation, Durham University, Durham

Corcuera, M. del R. P. y J. E. L. Butterfield. 1999. Bird communities of dry forests and oak woodland of western Mexico. *Ibis*, 141:240-255.

Cueto, V. R. y J. López de Casenave. 1999. Determinants of bird species richness: role of climate and vegetation structure at a regional scale. *Journal of Biogeography*, 26:487-492.

Dahlgren, J. 1982. A new method of analyzing the diet of birds by crop-draining. *Ibis*, 124:535-537.

Dahlsten, D. L., W. A. Cooper, D. L. Rowney y P. K. Klentjes. 1990. Pp 44-52, *in*: Avian foraging: theory, methodology, and applications (M. L. Morrison, *et. al.*, eds.). *Studies in Avian Biology*, 13.

DeSante, D. F. 1981. A field test of variable circular-plot censusing technique in a California coastal scrub breeding bird community. *Studies in Avian Biology*, 6:177-185.

Emlen, J. T. 1971. Population densities of birds derived from transect counts. *Auk*, 88:323-342.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios, México. 222p.

Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, 15:1-54.

Grant, P. R. 1986. Interspecific competition in fluctuating environments. Pp 173-191, *In* Community Ecology (Diamond, J. y T. J. Case, eds.). Harper & Row, Cambridge, 665p.

Holmes, R. T. y S. K. Robinson. 1981. Tree species of foraging insectivorous birds in a northern hardwoods forest. *Oecologia*, 48:31-35.

Hutto, R. L. 1985a. Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. Pp 455-476, *in*: Habitat selection in birds (M. L. Cody, ed.). Academic Press, Inc., San Diego, 558p.

Hutto, R. L. 1985b. Seasonal changes in the habitat distribution of transient insectivorous birds in Southeastern Arizona: competition mediated? *Auk*, 102:120-132.

Hutto, R. L., S. M. Pletschet, y P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk*, 103:593-602.

Hutto, R. L. 1990. Measuring the availability of food resources. Pp 20-28, *in*: Avian foraging: theory, methodology, and applications (M. L. Morrison, *et. al.*, eds.). *Studies in Avian Biology*, 13.

INEGI. 1997. Carta topográfica: F13-D-74 (Cocula). Escala 1:50,000.

James, F. C. y N. O. Warner. 1982. Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology*, 63:159-171.

- Landres, P. B. y J. A. MacMahon. 1983. Community organization of arboreal birds in some oak woodlands of Western North America. *Ecological Monographs*, 53:183-208.
- López, G. y M. J. Moro. 1997. Birds of Aleppo pine plantations in south-cast Spain in relation to vegetation composition and structure. *Journal of Applied Ecology*, 34:1257-1272.
- Lovette, I. J. y R. T. Holmes. 1995. Foraging behavior of American Redstarts in breeding and wintering habitats: implications for relative food availability. *Condor*, 97:782-791.
- MacArthur, R. H. y J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology*, 42:594-599.
- Magurran, A. E. 1983. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press Princeton, 179p.
- Majer, J. D., H. F. Recher, W. S. Perriman, y N. Achuthan. 1990. Pp 65-72, *in*: *Avian foraging: theory, methodology, and applications* (M. L. Morrison, *et al.*, eds.). *Studies in Avian Biology*, 13.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, Chapingo, México, 178p.
- Morrison, M. L., K. A. With e I. C. Timossi. 1986. The structure of a forest bird community during winter and summer. *Wilson Bulletin*, 98:214-230.
- Nocedal, J. 1984. Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 6:1-45.
- Poulin, B., G. Lefebvre y R. McNeil. 1993. Variations in bird abundance in tropical arid and semi-arid habitats. *Ibis*, 135:432-441.
- Poulin, B., G. Lefebvre y R. McNeil. 1994. Effect an efficiency of tartar emetic in determining the diet of tropical land birds. *Condor*, 96:98-104.
- Poulin, B. y G. Lefebvre. 1995. Additional information on the use of tartar emetic in determining the diet of tropical birds. *Condor*, 97:897-902.
- Pulliam, H.R. y Mills, G.S. 1977. The use of space by wintering sparrows. *Ecology*, 58:1393-1399.
- Reynolds, S. T., J. M. Scott, y R. A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor*, 82:309-313.
- Robinson, S. K. y R. T. Holmes. 1982. Foraging behavior of forest birds: the relationship among search tactics, diet and habitat structure. *Ecology*, 63:1918-1931.
- Robinson, S. K. y R. T. Holmes. 1984. Effects of plant species and foliage structure on foraging behavior of forest birds. *Auk*, 101:672-684.

- Rogers, L. E., W. T. Hinds, y R.L. Buschbom. 1976. A general weight vs. length relationship for insects. *Annals of the Entomological Society of America*, 69:387-389.
- Rotenberry, J. T. 1985. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics. *Oecologia*, 67: 213-217.
- Rotenberry, J. T. y J. A. Wiens. 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: multivariate analysis. *Ecology*, 61:1228-1250.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, D.F., 432p.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, 15:47-64.
- Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75:119-145.
- Southwood, T. R. E., V. C. Moran, y C. E. J. Kennedy. 1982. The richness and biomass of the arthropod communities on trees. *Journal of Animal Ecology*, 51:635-649.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín especial*, 4: 95-110.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 1999. Deforestation of seasonally dry tropical forests: a national and local analysis of México. *Biological Conservation*, 0(2000): 1-10.
- Tomoff, C. W. 1974. Avian species diversity in desert scrub. *Ecology*, 55:396-403.
- Vuilleumier, F. y D. Simberloff. 1980. Ecology versus history as determinants of patchy and insular distributions in high Andean birds. *Evolutionary Biology*, 12:235-379.
- Wiens, J. A. y J. T. Rotenberry. 1981. Habitat associations and community structure of birds in shrubsteppe environments. *Ecological Monographs*, 51:21-41.
- Wiens, J. A. 1989. *The ecology of bird communities*. Cambridge University Press, Cambridge, 539p.
- Willson, M. F. 1974. Avian community organization and habitat structure. *Ecology*, 55:1017-1029.
- Winkler, H. 1985. Morphological aspects of habitat selection in birds. Pp 415-433, *in*: *Habitat Selection in Birds* (M. L. Cody, ed.). Academic Press. San Diego 558p.
- Wittaker, R. H. 1975. *Communities and ecosystems*. MacMillan Publishers, New York, 385p.
- Wolda, H. 1990. Food availability for an insectivore and how to measure it. Pp 38-143, *in*: *Avian foraging: theory, methodology, and applications* (M. L. Morrison, *et al.*, eds). *Studies in Avian Biology*, 13.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. 3^a ed. Prentice Hall, New Jersey. 662p.

Anexo 1. Cobertura y densidad de las principales especies vegetales.

Formas de crecimiento: ADHA= árbol deciduo de hojas anchas; aDHA= arbusto deciduo de hojas anchas; ADHP= árbol deciduo de hojas pequeñas; aDHP= arbusto deciduo de hojas pequeñas; APHP= árbol perenne de hojas pequeñas; SUC= planta suculenta (Wittaker, 1975 y Corcuera, 1996).

Familia Especie vegetal	Clave	Forma de crecimiento	Densidad (Individuos por parcela)		Cobertura		% de densidad		% de cobertura	
			Caracol	Charco verde	Caracol	Charco verde	Caracol	Charco verde	Caracol	Charco verde
-	TEJ	ADHA	0.05	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-
Apocynaceae <i>Apocynacea sp.</i>	JOJ	ADHA	0.30	0.40	6.0	5.0	1.1	2.8	1.4	1.3
Bombacaceae <i>Ceiba acuminata</i>	PCH	ADHA	-	0.20	-	2.0	-	1.4	-	0.5
Burseraceae <i>Bursera sp1.</i>	COA	ADHA	0.40	0.40	13.0	10.0	1.4	2.8	3.0	2.6
<i>Bursera sp2.</i>	COB	ADHA	0.40	0.65	4.0	13.5	1.4	4.6	0.9	3.5
<i>Bursera sp3.</i>	COR	ADHA	0.05	0.15	0.5	3.5	0.2	1.1	0.1	0.9
Cactaceae <i>Acanthocereus sp.</i>	JAL	SUC	0.45	0.10	4.5	1.0	1.6	0.7	1.0	0.3
<i>Opuntia sp.</i>	NOP	SUC	1.15	0.40	12.5	4.0	4.1	2.8	2.9	1.0
<i>Stenocereus sp.</i>	PIT	SUC	0.35	-	6.5	-	1.3	-	1.5	-
Convolvulaceae <i>Ipomoea wolcottiana</i>	OSO	ADHA	2.50	1.35	43.0	22.5	9.0	9.6	10.0	5.9
Euphorbiaceae <i>Croton ciliatoglanduliferus</i>	DOM	aDHA	3.05	0.30	31.5	3.0	10.9	2.1	7.3	0.8

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

Continuación...

Familia	Especie vegetal	Clave	Forma de crecimiento	Densidad (Individuos por parcela)		Cobertura		% de densidad		% de cobertura	
				Caracol	Charco verde	Caracol	Charco verde	Caracol	Charco verde	Caracol	Charco verde
Fabaceae											
	<i>Acacia macilenta</i>	HEX	aDHP	0.60	2.05	12.0	67.5	2.2	14.5	2.8	17.6
	<i>Acacia tortuosa</i>	HUI	aDHP	10.30	2.75	153.0	87.5	36.9	19.5	35.5	22.8
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	TPH	ADHP	0.10	0.05	1.0	0.5	0.4	0.4	0.2	0.1
	<i>Lysiloma divanicata</i>	TPM	ADHP	1.05	1.55	20.5	71.5	3.8	11.0	4.8	18.7
	<i>Mimosa galeottii</i>	UDG	ADHP	2.50	0.85	43.0	18.5	9.0	6.0	10.0	4.8
	<i>Prosopis laevigata</i>	MEZ	APHP	1.30	0.30	27.0	4.0	4.7	2.1	6.3	1.0
Malpighiaceae											
	<i>Byrsonima sp.</i>	NAN	aDHA	1.90	0.40	27.0	6.0	6.8	2.8	6.3	1.6
Rubiaceae											
	<i>Randia sp.</i>	CAB	aDHA	0.70	0.05	7.0	0.5	2.5	0.4	1.6	0.1
Sterculiaceae											
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUA	ADHA	0.35	0.80	5.5	22.0	1.3	5.7	1.3	5.7
Tiliaceae											
	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	TAS	ADHA	0.30	0.95	12.0	30.5	1.1	6.7	2.8	8.0
Ulmaceae											
	<i>Celtis caudata</i>	MOR	ADHA	-	0.20	-	8.0	-	1.4	-	2.1
	<i>Celtis palida</i>	GRA	ADHA	0.10	0.20	1.0	2.0	0.4	1.4	0.2	0.5
Totales				27.90	14.10	431.0	383.0				

ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Anexo 2. Lista de de aves presentes en los sitios de muestreo en Estipac, Jalisco. Adaptado de Arizmendi *et al.* (1990) y AOU (2002).

Especies presentes en el hábitat fuera de las parcelas: ⁽¹⁾ presente en el "Charco verde"; ⁽²⁾ presente en el "Caracol"

Gremios: crin= carnívoro-insectívoro, fr= frugívoro, gr= granívoro, grin= granívoro-insectívoro, inco= insectívoro de corteza, info= insectívoro de follaje, frin= frugívoro-insectívoro, invu= insectívoro al vuelo, ne= nectarívoro y om= omnívoro.

Ocurrencia: especie común (C), especies poco común (Pc) y especie rara (R).

Estatus: Ma= migratorio altitudinal, Rd= residente, Vi= visitante invernal.

ORDEN Familia Especie Nombre común	Clave	Gremio	DENSIDAD (Individuos por parcela)				OCURRENCIA				Estatus
			Primavera		Otoño		Primavera		Otoño		
			Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	
COLUMBIFORMES											
Columbidae											
<i>Columbina inca</i> Conguita	Coin	gr	0.03	0.19	0	0	C	C	Pc	Pc	Rd
<i>Columbina passerina</i> Torito	Copa	gr	1.23	1.41	0.66	0.64	C	C	C	C	Rd
<i>Zenaida asiatica</i> Paloma de alas blancas	Zeas	gr-fr	0.04	0.02	0.08	0.14	R	R	C	C	Vi
<i>Zenaida macroura</i> Huilota común	Zema	gr	0.08	0.19	0.08	0.17	Pc	Pc	C	C	Rd
APODIFORMES											
Trochilidae											
<i>Amazilia violiceps</i> Chupaflor corona-violeta	Amvi	ne	0.13	0.1	0.33	0.3	Pc	Pc	C	C	Rd
<i>Calothorax lucifer</i> Chupaflor tijereta norteña	Calu	ne	0	0	0	0.13	-	-	-	Pc	Ma
<i>Cyanthus latirostris</i> Chupaflor pico-ancho	Cyla	ne	0.07	0.16	0.35	0.47	Pc	Pc	C	C	Rd
<i>Eugenes fulgens</i> Colibri magnifico	Eufu	ne	0.08	0.27	0.01	0.01	C	C	R	R	Rd

TESIS CON LA DE ORICEN

Continuación...

ORDEN Familia Especie Nombre común	Clave	Gremio	DENSIDAD (Individuos por parcela)				OCURRENCIA				Estatus
			Primavera		Otoño		Primavera		Otoño		
			Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	
<i>Lampornis clemenciae</i> Chupaflor gorjazul	Lacle	ne	0	0.02	0	0	-	R	-	-	Ma
TROGONIFORMES											
Trogonidae											
<i>Trogon elegans</i> Trogón	Trel	fr	0.05	0.02	0	0	C	C	-	-	Rd
PICIFORMES											
Picidae											
<i>Picoides scalaris</i> Carpintero listado	Pisc	inco	0.39	0.2	0.11	0.08	C	C	C	C	Rd
<i>Melanerpes uropygialis</i> Carpintero de Gila	Meur	inco	0	0	0.01	0	-	-	R	-	Rd
PASSERIFORMES											
Tyrannidae											
<i>Camptostoma imberbe</i> Mosquerito lampiño	Caim	info	0.4	0.28	0.34	0.19	C	C	C	C	Rd
<i>Empidonax sp</i> Mosquerito	Emsp	Invu	0.17	0.11	0.07	0.03	C	C	Pc	Pc	Rd
<i>Myiarchus cinerascens</i> Bobito o Copetón cenizo	Mycl	invu-fr	0.83	0.42	0.66	0.55	C	C	C	C	Rd
<i>Myiopagis viridicata</i> ¹ Bobito verdoso	Myvi	Invu	0	0	0	0	-	-	-	R	Vi
<i>Pitangus sulphuratus</i> ² Abejero o Luis grande	Pisu	om	0	0	0	0	R	-	R	-	Rd

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

Continuación...

ORDEN	Familia		DENSIDAD (Individuos por parcela)				OCURRENCIA				Estatus	
			Primavera		Otoño		Primavera		Otoño			
			Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde		
<i>Tyrannus vociferans</i> Churio	Tyvo	invu	0	0.04	0.17	0.42	R	R	C	C	Vi	
Aegithalidae												
<i>Psaltriparus minimus</i> Sastrecillo	Psmi	info	0.29	0.12	0.08	0.13	C	Pc	C	C	Ma	
Troglodytidae												
<i>Catherpes mexicanus</i> ¹ Saltapared barranquero	Ctme	inco	0	0	0	0	-	R	-	R	Rd	
<i>Thryomanes bewickii</i> Saltapared tepetatero	Thbe	inco	0.31	0	0.19	0	C	-	C	-	Rd	
<i>Thryothorus sinaloa</i> Saltapared sinaloense	Thsi	inco	0.28	0.49	0.06	0.24	C	C	C	C	Rd	
Sylviidae												
<i>Polioptila caerulea</i> Pilsita o Perlita grisilla	Poca	info	0	0	0.61	0.6	-	-	C	C	Vi	
<i>Polioptila nigriceps</i> Pilsita o Perlita gorrinegra	Poni	info	0.01	0	0.3	0.29	R	-	C	C	Rd	
Mimidae												
<i>Melanotis caerulescens</i> Mulato azul	Meca	om	0.02	0.04	0	0	C	Pc	-	-	Rd	
<i>Toxostoma curvirostre</i> Cuitlacoche picocurvo	Tocu	om	0.05	0.04	0	0	C	C	Pc	-	Rd	

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

Continuación...

ORDEN Familia Especie Nombre común	Clave	Gremio	DENSIDAD (Individuos por parcela)				OCURRENCIA				Estatus
			Primavera		Otoño		Primavera		Otoño		
			Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	
Laniidae											
<i>Lanius ludovicianus</i> Carretero	Lalu	crin	0	0	0	0.01	-	-	-	R	Rd
Parulidae											
<i>Dendroica coronata</i> Chirinita rabadilla-amarilla	Deco	info	0.11	0	0.42	0.89	R	-	C	C	Vi
<i>Geothlypis poliocephala</i> Mascarita piquigruesa	Chpo	info	0	0	0	0	-	-	-	R	Vi
<i>Mniotilta varia</i> Chipe trepador	Mnva	info	0	0	0	0.04	-	-	-	R	Vi
<i>Vermivora ruficapilla</i> Chirinita de moño	Veru	info	0	0	0.19	0.22	-	-	C	C	Vi
Thraupidae											
<i>Piranga ludoviciana</i> Piranga cabeciroja	Pilu	frin	0	0	0.1	0.04	-	-	Pc	Pc	Vi
Emberizidae											
<i>Chondestes grammacus</i> Chindiquito	Chgr	grin	0	0	0.02	0.14	-	-	R	Pc	Vi
<i>Melospiza kienerii</i> Rascador llanero	Meki	grin	0	0.16	0	0	-	C	-	-	Rd
<i>Pipilo fuscus</i> Viejita o Rascador arroyero	Pifu	grin	0.36	0.27	0.3	0.15	C	C	C	C	Rd
<i>Volantina jacarina</i> Semillero brincador	Voja	grin	0.02	0	0	0	R	-	-	-	Rd

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

Continuación...

ORDEN Familia Especie Nombre común	Clave	Gremio	DENSIDAD (Individuos por parcela)				OCURRENCIA				Estatus
			Primavera		Otoño		Primavera		Otoño		
			Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	Caracol	Charco Verde	
<i>Zonotrichia leucophrys</i> Zacatero mixto	Zole	grin	0.05	0	0	0	Pc	-	-	-	Vi
Cardinalidae											
<i>Passerina versicolor</i> Gorrión morado	Pave	om	0.08	0	0	0	Pc	-	-	-	Rd
<i>Pheucticus melanocephalus</i> Tigrillo	Phme	om	0.02	0	0	0	R	-	-	-	Rd
<i>Guiraca caerulea</i> Picogrueso azul	Guca	grin	0.37	0.56	0	0	C	C	-	R	Rd
Icteridae											
<i>Icterus pustulatus</i> Calandria de fuego	Icpu	om	0.49	0.43	0.11	0.12	C	C	C	C	Rd
<i>Icterus waglerii</i> Calandria palmera	Icwa	om	0.01	0	0	0	R	-	-	-	Rd
<i>Molothrus aeneus</i> Tordo ojirrojo	Moae	grin	0.31	0.29	0	0	C	C	-	-	Rd
Fringillidae											
<i>Carduelis psaltria</i> Chirinita o Dominicó	Caps	gr	0.06	0.05	0.09	0.12	R	R	C	C	Rd
<i>Carpodacus mexicanus</i> ² Gorrión mexicano	Came	gr	0	0	0	0	R	-	-	-	Rd
Individuos por parcela			6.34	5.88	5.34	6.12					

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN